

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-006725

(43)Date of publication of application : 13.01.1998

(51)Int.Cl.

B60C 23/06

B60C 23/02

(21)Application number : 09-056044

(71)Applicant : SUMITOMO RUBBER IND LTD
SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 11.03.1997

(72)Inventor : OJIRO YUUI

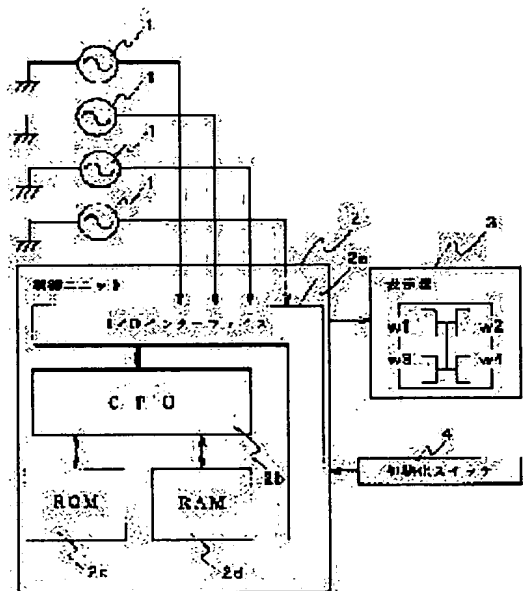
(30)Priority

Priority number : 08 92311 Priority date : 15.04.1996 Priority country : JP

(54) METHOD AND DEVICE FOR DETECTING TIRE AIR PRESSURE REDUCTION**(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately detect the reduction of a tire air pressure irrespective of the traveling condition of a vehicle by providing low-speed and high-speed determining steps for determining the reduction of a tire air pressure based on the rotational angular velocity of each tire.

SOLUTION: Wheel speed sensors 1 are respectively provided in the tires W (W1 to W4) of four-wheeled vehicle and, in the CPU 2b of a control unit 2 for inputting its output signal, the rotational angular speed of each tire is calculated for each prescribed sampling cycle based on a wheel speed pulse and the speed of the vehicle is detected. During a low-speed traveling, the reduction of the air pressure of the tire W is determined by a low-speed determining means based on each detected rotational angular speed. During a high-speed traveling in which a vehicle speed is a prescribed threshold value or more, only when the driving state of the vehicle is detected, the reduction of the air pressure of the tire W is determined by a high-speed determining means based on the detected rotational angular speed.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

02.10.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3129671

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-6725

(43) 公開日 平成10年(1998) 1 月13 日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B60C 23/06			B60C 23/06	A
				B
23/02			23/02	R

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全13頁)

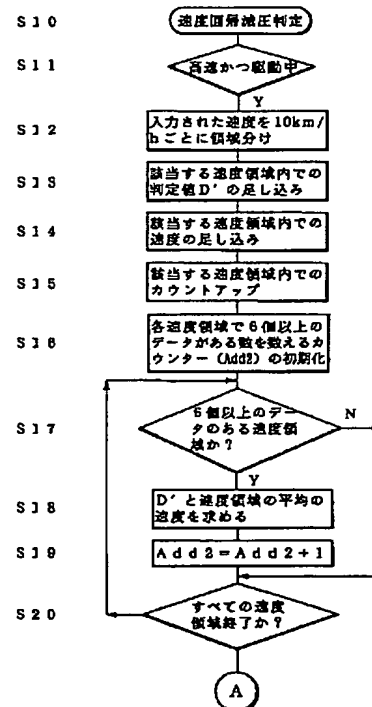
(21) 出願番号	特願平9-56044	(71) 出願人	000183233
(22) 出願日	平成 9 年(1997) 3 月11 日		住友ゴム工業株式会社
(31) 優先権主張番号	特願平8-92311		兵庫県神戸市中央区脇浜町 3 丁目 6 番 9 号
(32) 優先日	平 8 (1996) 4 月15 日	(71) 出願人	000002130
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		住友電気工業株式会社
			大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番33号
		(72) 発明者	尾白 祐司
			兵庫県明石市魚住町清水41- 1
		(74) 代理人	弁理士 朝日奈 宗太 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 タイヤの空気圧低下検出方法およびその装置

(57) 【要約】

【課題】 車両の走行状態にかかわらずタイヤの空気圧が低下しているか否かを正確に検出でき、その結果、警報の誤発生／未発生を防止できるタイヤ空気圧低下検出方法を提供する。

【解決手段】 車両に備えられている4つのタイヤの各回転角速度を検出し、当該検出された各回転角速度に基づいて、タイヤの空気圧が低下しているか否かを判定し、空気圧が低下していると判定されたばあい、警報を発生するタイヤの空気圧低下検出方法であって、前記回転角速度が検出されると、この検出された各回転角速度に基づいて、タイヤの空気圧が低下しているか否かを判定する低速用判定ステップと、回転角速度が検出されると、車両の速度が予め定めるしきい値以上であって、かつ車両が駆動状態であるばあいのみ、前記検出された回転角速度に基づいて、タイヤの空気圧が低下しているか否かを判定する高速用判定ステップとを含む。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 車両に備えられている 4 つのタイヤの各回転角速度を検出し、当該検出された各回転角速度に基づいて、タイヤの空気圧が低下しているか否かを判定し、空気圧が低下していると判定されたばあいには、警報を発生するタイヤの空気圧低下検出方法であって、前記回転角速度が検出されると、この検出された各回転角速度に基づいて、タイヤの空気圧が低下しているか否かを判定する低速用判定ステップと、回転角速度が検出されると、車両の速度が予め定めらるしきい値以上であって、かつ車両が駆動状態であるばあいのみ、前記検出された回転角速度に基づいて、タイヤの空気圧が低下しているか否かを判定する高速用判定ステップとを含むことを特徴とするタイヤの空気圧低下検出方法。

【請求項 2】 車両に備えられている 4 つのタイヤの各回転角速度を検出し、当該検出された各回転角速度に基づいて、タイヤの空気圧が低下しているか否かを判定し、空気圧が低下していると判定されたばあいには、警報を発生するタイヤの空気圧低下検出方法であって、低速時には、前記各回転角速度を車両の情報により補正してえられる判定値が予め定めらるしきい値を満たすか否かを判定し、高速中で、かつ駆動状態であるときには、任意速度からの速度と前記判定値との関係から、前記低速時の判定値を求め、当該判定値が予め定めらるしきい値を満たすか否かを判定することを特徴とするタイヤの空気圧低下検出方法。

【請求項 3】 車両に備えられている 4 つのタイヤの各回転角速度を検出し、当該検出された各回転角速度に基づいて、タイヤの空気圧が低下しているか否かを判定し、空気圧が低下していると判定されたばあいには、警報を発生するタイヤの空気圧低下検出装置であって、車両の速度を検出する速度検出手段と、この速度検出手段で検出された車両の速度が予め定めらるしきい値以上であるか否かを判別する判別手段と、車両が駆動状態であるか否かを検出する駆動状態検出手段とを含んでおり、前記判定手段が、前記回転角速度検出手段により各回転角速度が検出されると、この検出された各回転角速度に基づいて、タイヤの空気圧が低下しているか否かを判定する低速用判定手段と、前記回転角速度検出手段で各回転角速度が検出されると、前記判別手段において前記速度検出手段により検出された車両の速度が前記しきい値以上であると判別され、かつ前記駆動状態検出手段において車両は駆動状態であると検出されたばあいのみ、前記検出された回転角速度に基づいて、タイヤの空気圧が低下しているか否かを判定する高速用判定手段とを含むことを特徴とするタイヤの空気圧低下検出装置。

【請求項 4】 車両に備えられている 4 つのタイヤの各回転角速度を検出し、当該検出された各回転角速度に基づいて、タイヤの空気圧が低下しているか否かを判定し、空気圧が低下していると判定されたばあいには、警報

を発生するタイヤの空気圧低下検出装置であって、低速時には、前記各回転角速度を車両の情報により補正してえられる判定値が予め定めらるしきい値を満たすか否かを判定する低速用判定手段と、高速中で、かつ駆動状態であるときには、任意速度からの速度と前記判定値との関係から、前記低速時の判定値を求め、当該判定値が予め定めらるしきい値を満たすか否かを判定する高速用判定手段とを含むことを特徴とするタイヤの空気圧低下検出装置。

10 【請求項 5】 前記高速用判定ステップが、車両の速度が予め定めらるしきい値以上の速度を一定の間隔で領域分けし、ついで当該すべての速度領域のうち、予め定められた数の速度領域に、予め定められた数のデータが溜まった時点で、当該データ数の条件を満たした速度領域内のデータを平均し、つぎに平均されたデータから最小 2 乗法により、2 次関数を求めたのち、該 2 次関数から中低速での判定値を求め、該判定値に基づき警報を検出する請求項 1 記載のタイヤ空気圧低下検出方法。

20 【請求項 6】 前記高速判定手段が、車両の速度が予め定めらるしきい値以上の速度を一定の間隔で領域分けし、ついで当該すべての速度領域のうち、予め定められた数の速度領域に、予め定められた数のデータが溜まった時点で、当該データ数の条件を満たした速度領域内のデータを平均し、つぎに平均されたデータから最小 2 乗法により、2 次関数を求めたのち、該 2 次関数から中低速での判定値を求め、該判定値に基づき警報を検出する請求項 3 または 4 記載のタイヤ空気圧低下検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

30 【発明の属する技術分野】本発明はタイヤの空気圧低下検出方法およびその装置に関する。さらに詳しくは、車両が低速走行中または高速走行中であってもタイヤの低下を検出するタイヤの空気圧低下検出方法およびその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、乗用車やトラックなどの 4 輪車両のための安全装置の 1 つとして、タイヤの空気圧低下を検出する装置が提案され、一部には実用化されているものもある。

40 【0003】タイヤの空気圧低下検出装置は、主に以下に示すような理由によりその重要性が認識され、開発されたものである。すなわち、空気圧が低下すると、たわみの増大によりタイヤの温度が上昇する。温度が高くなるとタイヤに用いられている高分子材料の強度が低下し、タイヤのバーストにつながる。通常、タイヤの空気圧が 0.5 気圧程度抜けても、ドライバーはそれに気付かないことが多いから、それを検知できる装置が望まれていた。

50 【0004】前記タイヤの空気圧低下検出装置における空気圧低下の検出方法は、たとえば車両の備えている 4

つのタイヤ W_1 、 W_2 、 W_3 および W_4 （なお、タイヤ W_1 、 W_2 はそれぞれ前左右タイヤに対応し、タイヤ W_3 、 W_4 はそれぞれ後左右タイヤに対応する。また以下、総称するときにはタイヤ W_i という）の各回転角速度 F_1 、 F_2 、 F_3 および F_4 （以下、総称するときには回転角速度 F_i という）の違いに基づく方法がある。

【0005】この方法では、たとえばタイヤ W_1 に取り付けられた車輪速センサーから出力される信号に基づいて、タイヤ W_1 の回転角速度 F_1 が所定のサンプリング周期ごとに検出される。ここで、この検出された回転角速度 F_1 は、タイヤ W_1 の有効転がり半径（タイヤの自由回転時において、タイヤが1回転したときに車両が進んだ距離を 2π で割った値）がすべて同一のばあいであつて、かつ車両が直線走行していれば、すべて同一であ

$$D = \frac{\frac{F_1 + F_4}{2} - \frac{F_2 + F_3}{2}}{\frac{F_1 + F_2 + F_3 + F_4}{4}} \dots\dots (1)$$

前記各タイヤ W_i の有効転がり半径が仮にすべて同一であるとすれば、回転角速度 F_i はすべて同一となるので（ $F_1 = F_2 = F_3 = F_4$ ）、判定値 D は0である。そこで、しきい値 D_{TH1} 、 D_{TH2} （ただし、 D_{TH1} 、 $D_{TH2} > 0$ ）を認定し、

$D < -D_{TH1}$ または $D > D_{TH2}$ $\dots\dots (2)$

が満足されたばあいは、空気圧が低下しているタイヤ W_i があると判定され、満足されなかったばあいには、空気圧が低下しているタイヤ W_i はないと判定される。そして、空気圧が低下しているタイヤ W_i があると判定されると、ドライバーに対して、たとえば表示器により警報が発生される。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記式（1）、（2）による空気圧低下の判定だけでは、車両の走行状態によっては、誤検出するおそれがあるという不具合がある。たとえばタイヤ W_i のうちのいずれか一方のタイヤ W_i の空気圧が低下しているばあい、車両が、相対的に低速で走行しているときには、空気圧が低下しているか否かを正確に検出できるが、車両が相対的に高速で駆動しながら走行しているときには誤検出するおそれがある。理由は、高速時における、減圧車輪のスリップ率が低下し、またタイヤの遠心力により、転がり半径が増加するからである。

【0010】本発明は、叙上の事情に鑑み、車両の走行状態にかかわらずタイヤの空気圧が低下しているか否かを正確に検出でき、その結果、警報の誤発生／未発生（減圧しているにもかかわらず警報の発生をしないこと）を防止できるタイヤ空気圧低下検出方法およびその装置を提供することを目的とする。

【0011】さらに、本発明の目的は、車両の走行状態の内、とくに車両がどの程度の速度で走行しているかに

る。

【0006】一方、前記タイヤ W_i の有効転がり半径は、たとえばタイヤ W_i の空気圧の変化に対応するように変化する。すなわち、タイヤ W_i の空気圧が低下すると、有効転がり半径は正常内圧時に比べて小さくなる。したがって、その空気圧が低下しているタイヤ W_i の回転角速度 F_i は正常内圧時に比べて速くなる。そのため、各回転角速度 F_i の違いによって、タイヤ W_i の空気圧低下を検出できる。

【0007】回転角速度 F_i の違いによるタイヤ W_i の空気圧低下の検出のための判定式は、たとえばつぎの式

（1）に示すものがある（たとえば特開昭63-305011号公報、特開平4-212609号公報参照）。

【0008】

かかわらず、タイヤの空気圧が低下しているか否かを正確に検出でき、その結果、警報の誤発生／未発生を防止できるタイヤ空気圧低下検出方法およびその装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明のタイヤの空気圧低下検出方法は、車両に備えられている4つのタイヤの各回転角速度を検出し、当該検出された各回転角速度に基づいて、タイヤの空気圧が低下しているか否かを判定し、空気圧が低下していると判定されたばあいに、警報を発生するタイヤの空気圧低下検出方法であつて、前記回転角速度が検出されると、この検出された各回転角速度に基づいて、タイヤの空気圧が低下しているか否かを判定する低速用判定ステップと、回転角速度が検出されると、車両の速度が予め定めるしきい値以上であつて、かつ車両が駆動状態であるばあいのみ、前記検出された回転速度に基づいて、タイヤの空気圧が低下しているか否かを判定する高速用判定ステップとを含むことを特徴としている。

【0013】また、前記高速用判定ステップは、車両の速度が予め定めるしきい値以上の速度を一定の間隔で領域分けし、ついで当該すべての速度領域のうち、予め定められた数の速度領域に、予め定めた数のデータが溜まった時点で、当該データ数の条件を満たした速度領域内のデータを平均し、つぎに平均されたデータから最小2乗法により、2次関数を求めたのち、該2次関数から中低速での判定値を求め、該判定値に基づき警報を検出することができる。

【0014】また、前記高速用判定ステップは、平均されたデータの最大値と最小値の差が予め定めるしきい値未満のときはすべての領域での平均されたデータを0にすることができる。

【0015】また、前記高速用判定ステップは、最小2乗法に使用する領域や平均されたデータの関係から演算をしたとき、誤判定になる恐れがあるばあいには、データの補正を行なうことができる。

【0016】また、前記高速用判定ステップは、高速領域かつ最小2乗法に使用する領域が近いばあいは平均されたデータを0にすることができる。

【0017】また、前記高速用判定ステップは、最小2乗法に使用する平均されたデータの下限速度の領域により、警報判定のしきい値を変えることができる。

【0018】また、前記高速用判定ステップは、最小2乗法に使用する下限速度の平均されたデータに重みづけをすることができる。

【0019】また、車両に備えられている4つのタイヤの各回転角速度を検出し、当該検出された各回転角速度に基づいて、タイヤの空気圧が低下しているか否かを判定し、空気圧が低下していると判定されたばあいには、警報を発生するタイヤの空気圧低下検出方法であって、低速時には、前記各回転角速度を車両の情報により補正してえられる判定値が予め定めたとしきい値を満たすか否かを判定し、高速中で、かつ駆動状態であるときには、任意速度からの速度と前記判定値との関係から、前記低速時の判定値を求め、当該判定値が予め定めたとしきい値を満たすか否かを判定することを特徴としている。

【0020】さらに、本発明のタイヤの空気圧低下検出装置は、車両に備えられている4つのタイヤの各回転角速度を検出し、当該検出された各回転角速度に基づいて、タイヤの空気圧が低下しているか否かを判定し、空気圧が低下していると判定されたばあいには、警報を発生するタイヤの空気圧低下検出装置であって、車両の速度を検出する速度検出手段と、この速度検出手段で検出された車両の速度が予め定めたとしきい値以上であるか否かを判別する判別手段と、車両が駆動状態であるか否かを検出する駆動状態検出手段とを含んでおり、前記判定手段が、前記回転角速度検出手段により各回転角速度が検出されると、この検出された各回転角速度に基づいて、タイヤの空気圧が低下しているか否かを判定する低速用判定手段と、前記回転角速度検出手段で各回転角速度が検出されると、前記判別手段において前記速度検出手段により検出された車両の速度が前記しきい値以上であると判別され、かつ前記駆動状態検出手段において車両は駆動状態であると検出されたばあいにはのみ、前記検出された回転角速度に基づいて、タイヤの空気圧が低下しているか否かを判定する高速用判定手段とを含むことを特徴としている。

【0021】また、車両に備えられている4つのタイヤの各回転角速度を検出し、当該検出された各回転角速度に基づいて、タイヤの空気圧が低下しているか否かを判定し、空気圧が低下していると判定されたばあいには、警報を発生するタイヤの空気圧低下検出装置であって、低

速時には、前記各回転角速度を車両の情報により補正してえられる判定値が予め定めたとしきい値を満たすか否かを判定する低速用判定手段と、高速中で、かつ駆動状態であるときには、任意速度からの速度と前記判定値との関係から、前記低速時の判定値を求め、当該判定値が予め定めたとしきい値を満たすか否かを判定する高速用判定手段とを含むことを特徴としている。

【0022】また、前記高速判定手段は、車両の速度が予め定めるとしきい値以上の速度を一定の間隔で領域分けし、ついで当該すべての速度領域のうち、予め定められた数の速度領域に、予め定めたと数のデータが溜まった時点で、当該データ数の条件を満たした速度領域内のデータを平均し、つぎに平均されたデータから最小2乗法により、2次関数を求めたのち、該2次関数から中低速での判定値を求め、当該判定値に基づき警報を検出することができる。

【0023】また、前記高速用判定手段は、平均されたデータの最大値と最小値の差が予め定めるとしきい値未満のときはすべての領域での平均されたデータを0にすることができる。

【0024】また前記高速用判定手段は、最小2乗法に使用する領域や平均されたデータの関係から演算をしたとき、誤判定になる恐れがあるばあいには、データの補正を行なうことができる。

【0025】また、前記高速用判定手段は、高速領域かつ最小2乗法に使用する領域が近いばあいは平均されたデータを0にすることができる。

【0026】また、前記高速用判定手段は、最小2乗法に使用する平均されたデータの下限速度の領域により、警報判定のしきい値を変えることができる。

【0027】また、前記高速用判定手段は、最小2乗法に使用する下限速度の平均されたデータに重みづけをすることができる。

【0028】

【発明の実施の形態】本発明は、車両の走行状態にそれぞれ適した判定手段が複数用意されている。したがって、車両の走行状態に応じた判定をいずれかの判定手段において実現できる。

【0029】そのため、前記複数の判定手段の内少なくとも1つの判定手段においてタイヤの空気圧が低下していると判断されたばあいには、タイヤの空気圧は確実に低下していると判断できる。言い換えれば、すべての判定手段においてタイヤはすべて正常内圧であると判定されたばあいには、タイヤは確実に正常内圧であると判断できる。

【0030】また、本発明は車両の走行状態のうち、車両がどの程度の速度で走行しているかに着目し、低速用判定手段と高速用判定手段との2つの判定手段が用意されている。

【0031】たとえば、いずれかのタイヤの空気圧が低

下しているばあい、車両が高速走行すると、空気圧低下時と正常内圧時との回転角速度差がほとんどなくなるばあいがある。そのため、回転角速度が検出されると判定を行う判定手段では、誤検出するおそれがある。一方、本出願人が調べたところ、タイヤのいずれかのタイヤの空気圧が低下しているばあいに車両が高速走行しても、車両が駆動状態であるときには、ある速度から速度が上昇するに従い空気圧低下時と正常内圧時との回転角速度差が2次関数的に減少していることを見出し、その2次関数から低速時の空気圧低下時と正常内圧時との回転角速度差を求める方法を見出した。

【0032】そこで、本発明では、回転角速度が検出されると判断を行なう低速用判定手段だけでなく、回転角速度が検出されたのち、車両の速度がしきい値以上であって、かつ車両が駆動状態であるという条件が満たされたばあいに、判定を行なう高速用判定手段を用意することにした。そのため、車両がどの程度の速度で走行しているかにかかわらず、タイヤの空気圧が低下しているか否かを正確に検出できる。そのため、警報の誤発生／未発生が防止できる。

【0033】以下、添付図面に基づいて本発明のタイヤの空気圧低下検出方法およびその装置を説明する。図1は、本発明のタイヤの空気圧低下検出装置の一実施例を示すブロック図、図2は図1におけるタイヤの空気圧低下検出装置の電氣的構造を示すブロック図、図3は図1のタイヤの空気圧低下検出装置における警報発生／停止処理を説明するためのフローチャート、図4～5は図1のタイヤの空気圧低下検出装置における警報発生／停止処理の速度回帰減圧判定を説明するためのフローチャート、図6は車両の高速走行時においては、前後加速度が正の範囲で、判定値が速度増加に伴い2次関数的に減少することを示す説明図、図7は最小2乗法を説明するための図、図8は本発明のタイヤの空気圧低下検出装置の他の実施例を説明するためのフローチャート、図9～10は図8における速度回帰減圧判定を説明するためのフローチャート、図11は誤判定の説明図、図12は他の実施例にかかわる最小2乗法を説明するための図である。

【0034】図1に示すように、本発明のタイヤの空気圧低下検出装置は、4輪車両にそなえられた4つのタイヤ W_1 、 W_2 、 W_3 および W_4 の空気圧が低下しているか否かを検出するもので、前記タイヤ W_1 、 W_2 、 W_3 および W_4 にそれぞれ関連して設けられた通常的車輪速センサー1を備えている。車輪速センサー1の出力は制御ユニット2に与えられる。制御ユニット2には、空気圧が低下したタイヤ W_i を知らせるための液晶表示素子、プラズマ表示素子またはCRTなどで構成された表示器3が接続されている。また、タイヤ W_i は、規格内でのばらつきが含まれて製造されるので、正常内圧において W_i の動荷重半径が同一になるように補正する必要がある。

そこで4は前述の補正を行うきっかけとなるスイッチである。

【0035】制御ユニット2は、図2に示すように、外部装置との信号の受け渡しに必要なI/Oインターフェイス2aと、演算処理の中核として機能するCPU2bと、該CPU2bの制御動作プログラムが格納されたROM2cと、前記CPU2bが制御動作を行なう際にデータなどが一時的に書き込まれたり、その書き込まれたデータなどが読み出されるRAM2dとから構成されている。

【0036】前記車両速度センサー1では、タイヤ W_i の回転数に対応したパルス信号（以下、車輪速パルスという）が出力される。またCPU2bでは、車輪速センサー1から出力された車輪速パルスに基づき、所定のサンプリング周期 ΔT (sec)、たとえば $\Delta T = 1$ 秒ごとに各タイヤ W_i の回転角速度 F_i が算出される。

【0037】つぎに、本発明のタイヤの空気圧低下検出方法における警報発生／停止処理を説明する。なお、この処理はソフトウェアで実現される。まず、図3に示すように1秒ごとの各車輪速センサー1から出力される車輪速パルスに基づいて各タイヤ W_i の回転角速度 F_i が算出される（ステップS1）。ここで、タイヤ W_i は、規格内でのばらつき（初期差異）が含まれて製造されるため、各タイヤ W_i の有効回転半径は、すべてのタイヤ W_i がたとえ正常内圧であっても、同一とは限らない。そのため、各タイヤ W_i の回転角速度 F_i はばらつくことになる。そこで、初期差異によるばらつきを打ち消すために補正した回転角速度 F_{1i} を算出する（ステップS2）。具体的には、 $F_{1i} = F_i$

$$F_{1i} = m F_i$$

$$F_{1i} = F_i$$

$$F_{1i} = n F_i$$

と補正される。前記補正係数 m 、 n は、たとえば車両が直線走行していることを条件として回転角速度 F_i を算出し、この算出された回転角速度 F_i に基づいて、 $m = F_i / F_i$ 、 $n = F_i / F_i$ として取得されると補正される。

【0038】そして、前記 F_{1i} に基づき、車両の速度 V 、旋回半径 R 、横 G 、前後加速度 A を算出する（ステップS3）。

【0039】ところで、前記回転角速度 F_i は、車両の半径 R 、車両の速度 V 、車両の横方向加速度 G および前後方向加速度（以下、単に前後加速度という） A の大きさによってばらつきが大きくなり、その結果誤判定につながるおそれがある。

【0040】すなわち、旋回半径 R が相対的に小さいばあいには、タイヤ W_i が横滑りするおそれがあるので、算出される回転角速度 F_i のばらつきが大きくなる可能性が高い。また、車両の速度 V が極低速であるばあいには、車両速センサー1の検出精度が著しく低下するの

で、算出される回転角速度 F_1 のばらつきが大きくなる可能性が高い。また、車両の横 G が相対的に大きい場合には、タイヤ W_i が横すべりするおそれがあるので、算出される回転角速度 F_1 のばらつきが大きくなる可能性が高い。さらに、車両の前後加速度 A の絶対値が相対的に大きい場合には、たとえば車両が急加速または急減速することによるタイヤ W_i のスリップまたはフットブレーキの影響が考えられるので、算出される回転角速度 F_1 のばらつきが大きくなる可能性が高い。このように、回転角速度 F_1 に誤差が含まれる可能性の高い場合には、その回転角速度 F_1 は空気圧低下の検出に採用

$$D = \frac{F_{1_1} + F_{1_4}}{2} - \frac{F_{1_2} + F_{1_3}}{2} \dots \dots (3)$$

$$\frac{F_{1_1} + F_{1_2} + F_{1_3} + F_{1_4}}{4}$$

ところで、前記ステップS5における車両の旋回半径 R 、速度 V 、横 G および車両の前後加速度 A の算出は、初期差異の補正が施された回転角速度 F_1 を用いて行なわれる。一方、タイヤ W_i の有効転がり半径は、初期差異だけでなく、車両の旋回半径 R 、速度 V 、横 G および前後加速度 A によっても変動する。したがって、前記ステップS5で求められた判定値 D には、車両の旋回半径 R 、速度 V 、横 G および前後加速度 A を含む変動要因

$$D' = D - \alpha 1 \times \text{横}G - \alpha 2 \times \text{横}G \times A \dots \dots (4)$$

なお、このステップS6にてえられた D' は、たとえばRAM2dに一時的に保存される。

【0047】ここで、前記式(4)において、 $\alpha 1$ および $\alpha 2$ は係数であり、この係数 $\alpha 1$ および $\alpha 2$ は各タイヤ W_i が正常であると分かっているときに試験走行を行ない、そのときに算出された車両の旋回半径 R 、速度

【0048】前記ステップS6にてえられた補正後の判定値 D' を用いて、以下の式(5)により、空気圧が低下しているか否かが判定される(ステップS7)。なお、式(5)において、たとえば $D_{TH1} = D_{TH2} = 0.1$ である。

【0049】

$$D' < -D_{TH1} \text{ または } D' > D_{TH2} \dots \dots (5)$$

この結果、判定値 D' が式(5)を満たしていれば空気圧は低下していると判定され、複数回同じ判定がある程度連続して行なわれたばあいには警報を発生する(ステップS9)。一方、前記判定値 D' が式(5)を満たしていなければ、空気圧は低下していないと判定され複数回同じ判定がある程度連続して行なわれたばあいには警報は消去される(ステップS8)。すなわち、警報の発生もしくは禁止を空気圧が低下しているか、または正常内圧であると判定される度に行なうのではなく、複数周期にわたって同じ判定がある程度連続して行なわれたときに

せずにリジェクト(排除)する方法が好ましい。

【0041】そこで、車両の旋回半径 R 、速度 V 、横 G および車両の前後加速度 A に基づき、前記ステップS2でえられた回転角速度 F_1 をリジェクトするか否かが判別される(ステップS4)。

【0042】前記ステップS4での判別の結果、回転角速度 F_1 をリジェクトしない場合には、その回転角速度 F_1 に基づいて、判定値 D がつぎの式(3)によって算出される(ステップ5)。

【0043】

の影響が作用している。

【0044】そこで、車両の旋回半径 R 、速度 V 、横 G および前後加速度 A などの判定値 D の変動要因の影響を排除するための補正が行なわれる(ステップS6)。

【0045】具体的には、つぎの式(4)によって補正される。

【0046】

行なうようにしているので、ノイズなどの突発的な影響による警報の誤発生/未発生を防止できる。

【0050】ところで、たとえばタイヤ W_i のうちのいずれかのタイヤ W_i の空気圧が低下しているばあい、車両が相対的に低速走行しているときには、当該タイヤ W_i の回転角速度 F_1 は正常内圧のタイヤ W_i の回転角速度 F_1 に比べて速くなるので、前記ステップS7において、判定値 D' は前記式(5)を満足する。これに対して、車両が相対的に高速で走行しているときには、空気圧が低下しているタイヤ W_i の回転角速度 F_1 と正常内圧のタイヤ W_i の回転角速度 F_1 との差はほとんどなくなるばあいがある。このとき、判定値 D' は0になる可能性が高いので、前記ステップ7において、タイヤ W_i の空気圧はすべて正常であると判定されてしまう。そこで、本実施例では、車両が高速中でも駆動状態であるときには、ある速度から速度が上昇するに従い判定値 D' が2次関数的に減ってくる(図5参照)ことから、その2次関数による低速時の判定値 D' を求め車両が相対的に高速で走行していても、駆動中のばあいに限って再度警報発生準備処理(以下、速度回帰減圧判定法という)を行なう(ステップ10)。

【0051】つぎに、その詳細を図4のフローチャートで説明する。

【0052】まず、車両が相対的に高速かつ駆動状態で走行しているばあいに限って速度回帰減圧測定法を行なうため、車両の速度 V が予め定めるしきい値 V_{TH} (たと

例えば $V_{TH} = 120 \text{ km/h}$ 以上か、また車両が駆動状態であるかを判定するための前後加速度 A が予め定めしきい値 A_{TH} （たとえば $A_{TH} = 0 \text{ G}$ ）以上であるか否かを判別する（ステップS11）。

【0053】その結果、車両の速度 V がしきい値 V_{TH} 未満かつ前後加速度 A がしきい値 A_{TH} 未満であると判別されたばあいには、前述のような不具合は生じないので、後述する速度回帰減圧判定法を行なう必要はない。また、前記車両の速度 V がしきい値 V_{TH} 未満または前後加速度 A がしきい値 A_{TH} 未満であると判断されたばあいにも速度回帰減圧判定法を行なわない。そのためステップS12～S25の操作を行わずにステップS1にもどる。一方、車両の速度 V がしきい値 V_{TH} 以上かつ前後加速度 A がしきい値 A_{TH} 以上であると判別されたばあいには、つぎに説明するステップS12～S26までの速度回帰減圧判定法が行なわれる。

【0054】速度回帰減圧判定法では、まず現時点の速度 V を領域分けすることから始まる（ステップS12）。ステップS12を具体的に説明すると、たとえば 120 km/h から速度を 10 km/h ごとに1から14までの領域に分けるとすると、現時点の速度 V がたとえば 135 km/h であれば、 120 km/h 台の速度は1の領域なので 135 km/h は 130 km/h 台ということで2の領域に入ることになる。また、領域分けする数は車両の許容の速度により決められる。

【0055】その処理が終わるとステップS12により割り当てられた速度領域に現時点の判定値 D' と速度 V を足し込んでいく（ステップS13、S14）。ステップS13、S14を具体的に説明すると、図3のフローチャートからも分かるように速度回帰減圧判定処理は1秒ごとに行なわれ、現時点での速度 V と前後加速度 A から車両が高速かつ駆動中であると判定されたばあいには、図4で示すステップS12～S26の処理を行なうことになる。よって、車両が高速かつ駆動中であると判定されたばあいは、毎秒の速度 V と判定値 D' を該当する領域に入れ、その値を今まで足し込んできた値に足していくという処理を行なう。

$$|C_{rossP}| < -D_{TH1} \text{ または } |C_{rossP}| < -D_{TH2} \dots (6)$$

この結果、判定値 C_{rossP} が式(6)を満たしていれば空気圧は低下していると判断され、警報を発生する（ステップS24）。一方、判定値 C_{rossP} が式(6)を満たしていなければ、空気圧は低下していないと判定され警報は消去される（ステップS26）。なお、種々の条件が揃い警報の判定を行なったばあいはすべての速度領域の変数をクリアする。

【0063】つぎに本発明の他の実施例を説明する。図8に示すようにステップ $S_1 \sim S_6$ は前記実施例におけるステップS1～S6と同じであって、ステップ S_5 が終了したのち、ステップ S_6 へ進み、ついで該ステップ S_6 にてえられた補正後の判定値 D' を用い

【0056】つぎに、今回該当する速度領域内にデータがいくつあるかを数えるためカウントアップする（ステップS15）。ここで、ステップS11～S15をまとめると、車両が高速かつ駆動中であるという速度回帰減圧法の処理に使用できる1秒ごとの速度 V と判定値 D' を分けられた領域に足し込みその領域にいくつのデータがあるかを数えたことになる。

【0057】つぎに、すべての領域について6個以上のデータのある速度領域があるか否かを調べる（ステップS17）。あれば、その領域での今まで足し込んできた判定値 D' と速度 V の平均を求め（ステップS18）、6個以上のデータのある領域がいくつできたかを数えるためカウントアップする（ステップS19）。なければ、とくに操作は行なわない。

【0058】これらの作業を終え6個以上のデータのある速度領域が3つの領域にあれば、それぞれの領域で平均された速度 V と判定値 D' に基づいて速度 $= 0 \text{ km/h}$ のときの判定値 D' （ C_{rossP} ）を最小2乗法により求める（ステップS21～S22）。

【0059】最小2乗法を具体的に説明すると、横軸に速度 V 、縦軸に判定値 D' を取ると前記平均された速度 V とそれに対応する判定値 D' が3点プロットされることになる（図6参照）。つぎに、この3点の中心を通るような2次曲線 $y = ax^2 + b$ を仮定すると、この2次曲線に各点から y 軸と平行になるように引いた線の長さの2乗の和が最小になるような a と b を求める方法がここで用いている最小2乗法である。なお、ここでいう b が前記 C_{rossP} に対応する。

【0060】また、6個以上のデータのある速度領域が3つの領域になればとくに操作は行なわない。

【0061】前記ステップS22にてえられた判定値 D' （ C_{rossP} ）を用いて、前記式(5)により、空気圧が低下しているか否かが判定される（ステップS23～S26）。なお、つぎの式(6)において、たとえば $D_{TH1} = D_{TH2} = 0.1$ である。

【0062】

て、種々の減圧判定を行なう（ステップ S_7 ）。該減圧判定では、つぎの式(7)により空気圧が低下しているか否かが判定される。なお、式(7)において、たとえば $D_{TH1} = D_{TH2} = 0.1$ である。

【0064】

$$D' < -D_{TH1} \text{ または } D' > D_{TH2} \dots (7)$$

この結果、判定値 D' が式(7)を満たしていれば警報フラグをセットし、満たしていなければ警報フラグをクリアする。

【0065】つぎに速度回帰減圧判定を行なう（ステップ S_8 ）が、これについてはつぎに詳しく述べる。この結果、判定値が警報判定条件を満たしていれば、警報

フラグをセットし、満たしていなければ警報フラグをクリアする。さらに、警報フラグがセットされていれば、警報ランプを点灯し、セットされていなければ、警報ランプを消すなどの処理を行なう（ステップS_i 9～S_i 11）。

【0066】ところで、前記実施例と同様に、たとえばタイヤW_iのうちのいずれかのタイヤW_iの空気圧が低下しているばあい、車両が相対的に低速走行しているときには、当該タイヤW_iの回転角速度F_iは正常内圧のタイヤW_iの回転角速度F_iに比べて速くなるので、前記ステップS_i 7において、判定値D'は警報判定条件を満足する。これに対して、車両が相対的に高速で走行しているときには、空気圧が低下しているタイヤW_iの回転角速度F_iと正常内圧のタイヤW_iの回転角速度F_iとの差はほとんどなくなるばあいがある。このとき、判定値D'は0になる可能性が高いので、前記ステップS_i 7において、タイヤW_iの空気圧はすべて正常であると判定されてしまう。しかし、車両が高速中でも駆動状態であるときには、速度が上昇するに従い判定値D'が2次関数的に減ってくるのが分かっている（図6参照）。

【0067】そこで、本実施例では、その2次関数による低速時の判定値D'を求め車両が相対的に高速で走行していても、駆動中のばあいに限って再度警報発生準備処理を行なう。

【0068】つぎに、その詳細を図9～10のフローチャートで説明する。

【0069】まず、車両が相対的に高速かつ駆動状態で走行しているばあいに限って速度回帰減圧測定法を行なうため、車両の速度Vが予め定めるしきい値V_{TH}（たとえばV_{TH}=85 km/h）以上か、また車両が駆動状態であるかを判定するための前後加速度Aが予め定めるしきい値A_{TH}（たとえばA_{TH}=0 Gまたは-0.03 G）以上であるか否かを判別する（ステップS_i 13）。

【0070】その結果、車両の速度Vがしきい値V_{TH}未満または前後加速度Aがしきい値A_{TH}未満であると判別されたばあいには、前述のような現象は起こらないので、後述する速度回帰減圧判定法を行わない。そのためステップS_i 14～S_i 25の操作を行わずステップS_i 9にもどる。一方、車両の速度Vがしきい値V_{TH}以上かつ前後加速度Aがしきい値A_{TH}以上であると判別されたばあいには、つぎに説明するステップS_i 14～S_i 25までの速度回帰減圧判定法が行なわれる。

【0071】速度回帰減圧判定法では、まず現時点の速度Vを領域分けすることから始まる（ステップS_i 14）。ステップS_i 14を具体的に説明すると、たとえば85 km/hから速度を155 km/hまでの速度を5 km/hごとに1から14までの領域に分けるとすると、現時点の速度Vがたとえば100 km/hであれば、85 km/h台の速度は1の領域なので100 km/hは100 km/h台ということで4の領域に入るこ

とになる。また、領域分けする数は車両の許容の速度により決められる。

【0072】その処理が終わるとステップS_i 14により割り当てられた速度領域に現時点の判定値D'と速度Vを足し込んでいく（ステップS_i 15）。ステップS_i 15を具体的に説明すると、図8のフローチャートから分かるように速度回帰減圧判定処理は1秒ごとに行なわれ、現時点での速度Vと前後加速度Aから車両が高速かつ駆動中であると判定されたばあいには、図9～10で示すステップS_i 14～S_i 25の処理を行なうことになる。よって、車両が高速かつ駆動中であると判定されたばあいは、毎秒そのときの判定値D'を該当する領域に入れ、その値を今まで足し込んできた値に足していくという処理を行なう。

【0073】つぎに、今回該当する速度領域内にデータがいくつあるかを教えるためカウンターを一つ増やす（ステップS_i 16）。ここで、ステップS_i 14～S_i 16をまとめると、車両が高速かつ駆動中であるという速度回帰減圧法の処理に使用できる1秒ごとの判定値D'を分けられた領域に足し込み該当する領域のカウンターを一つ増やしたことになる。

【0074】つぎに、すべての領域について予め定める数（たとえば15個）以上のデータのある速度領域が予め定める数（たとえば4つの領域）あるかを調べる（ステップS_i 17）。あれば、その領域での今まで足し込んできた判定値D'の平均と各速度領域の中間値を求める（ステップS_i 18）。

【0075】さらに、平均D'の最大値と最小値の差が予め定めるしきい値、たとえば0.04未満のときはすべての領域での平均D'を0にする（ステップS_i 19～S_i 20）。なお、このばあい最終的に求める警報判定値を0にし、警報を検出しないようにする。

【0076】本発明においてはステップS_i 19～S_i 20は、これに限定されるものではなく、たとえば前記ステップS_i 19～S_i 20において、最小2乗法に使用する領域や平均D'の関係から演算をしたとき、誤判定になる恐れがある。たとえば図11に示すように、回帰により求められる判定値aの中低速よりかなり離れた4つの速度領域bにおいて、回帰のデータが集まり、またそのデータの判定値が速度の増加に対して減少しているばあいであっても、さらに最大値と最小値の差cが、たとえば0.03以下というような正常内圧時のばらつき程度であるばあいには、これをもとに2次回帰曲線が求められると誤判定となる可能性がある。なお、図11におけるdは、警報判定しきい値である。

【0077】またはステップS_i 19～S_i 20において、高速領域（たとえば150 km/h以上）かつ最小2乗法に使用する領域が近い（たとえば4つの領域がすべて隣り合っている）ばあいは平均D'を0にすることができる。

10

20

30

40

50

【0078】またはステップS₁₁₉～S₁₂₀において、平均D' の下限速度の領域（たとえば150 km/hの時）により、警報判定のしきい値を変える（たとえば2倍にする変数をもたせる）ことができる。

【0079】さらに、ステップS₁₁₉～S₁₂₀において、平均D' の下限速度を領域（たとえば150 km/hの時）に下限速度の平均D' に重みづけをする（たとえば2個分にする）こともできる。

【0080】これらの作業を終え15個以上のデータのある速度領域が4つの領域にあれば、それぞれの領域で平均された各領域の中間速度Vと平均D' に基づいて低速での判定値D'（CrosP）を最小2乗法により求める（ステップS₁₂₁）。

【0081】最小2乗法を具体的に説明すると、横軸に速度V、縦軸に判定値D' を取ると上述から求められた

$$CrosP < -D_{TH1} \text{ または } CrosP < -D_{TH2} \dots\dots (8)$$

この結果、判定値CrosPが式（8）を満たしていれば空気圧は低下していると判断され、警報フラグをセットする（ステップS₁₂₃）。一方、判定値CrosPが式（8）を満たしていなければ、空気圧は低下していないと判定され警報フラグをクリアする（ステップS₁₂₄）。なお、種々の条件が揃い警報の判定を行なったばあいはすべての速度領域の変数をクリアする（ステップS₁₂₅）。

【0085】

【発明の効果】以上説明したとおり、本発明によれば、車両の走行状態にそれぞれ適した判定手段が複数用意されているので、車両の走行状態に応じた判定をいずれかの判定手段において実現できる。したがって、車両の走行状態にかかわらず、タイヤの空気圧が低下しているか否かを正確に検出できるので、警報の誤発生／未発生を防止できる。そのため、ドライバーの警報に対する信頼性を向上することができるので、交通安全の向上を図ることができる。

【0086】また、回転角速度が検出されると判定を行なう低速用判定手段だけでなく、回転角速度が検出されたのち、車両速度がしきい値以上であってかつ車両が駆動中であるという条件が満足されたばあいに、判定を行なう高速用判定手段が用意されているので、車両がどの程度の速度で走行しているかにかかわらず、タイヤの空気圧が低下しているか否かを正確に検出できる。したがって、警報の誤発生／未発生を防止できる。そのため、ドライバーの警報に対する信頼性を向上できるので、交通安全の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のタイヤの空気圧低下検出装置の一実施

各領域の中間速度Vとそれに対応する判定値D' が4点プロットされることになる（図12参照）。つぎに、この4点の中心を通るような2次曲線 $y = ax^2 + b$ を仮定すると、この2次曲線に各点からy軸と平行になるように引いた線の長さの2乗の和が最小になるようなaとbを求める方法がここで用いている最小2乗法である。なお、ここでいうbが前記CrosPに対応する。

【0082】また、15個以上のデータのある速度領域が4つの領域になればとくに操作は行なわない。

【0083】前記ステップS₁₂₁にてえられた判定値D'（CrosP）を用いて、つぎの式（8）により、空気圧が低下しているか否かが判定される（ステップS₁₂₂～S₁₂₅）。なお、つぎの式（8）において、たとえば $D_{TH1} = D_{TH2} = 0.1$ である。

【0084】

例を示すブロック図である。

【図2】図1におけるタイヤの空気圧低下検出装置の電氣的構成を示すブロック図である。

【図3】図1のタイヤの空気圧低下検出装置およびその方法における警報発生／停止処理を説明するためのフローチャートである。

【図4】図1のタイヤの空気圧低下検出装置およびその方法における警報発生／停止処理の速度回帰減圧判定を説明するためのフローチャートである。

【図5】図1のタイヤの空気圧低下検出装置およびその方法における警報発生／停止処理の速度回帰減圧判定を説明するためのフローチャートである。

【図6】車両の高速走行時においては、前後加速度が正の範囲で、判定値が速度増加に伴い2次関数的に減少することを示す説明図である。

【図7】最小2乗法を説明するための図である。

【図8】本発明のタイヤの空気圧低下検出装置の他の実施例を説明するためのフローチャートである。

【図9】図8における速度回帰減圧判定を説明するためのフローチャートである。

【図10】図8における速度回帰減圧判定を説明するためのフローチャートである。

【図11】誤判定の説明図である。

【図12】他の実施例にかかわる最小2乗法を説明するための図である。

【符号の説明】

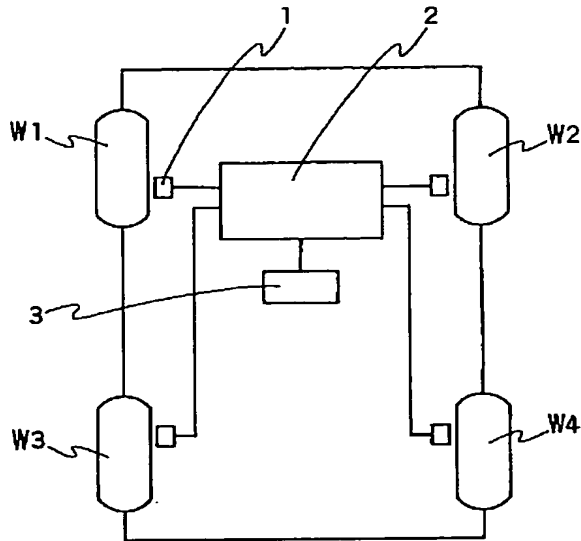
1 車輪速センサー

2 制御ユニット

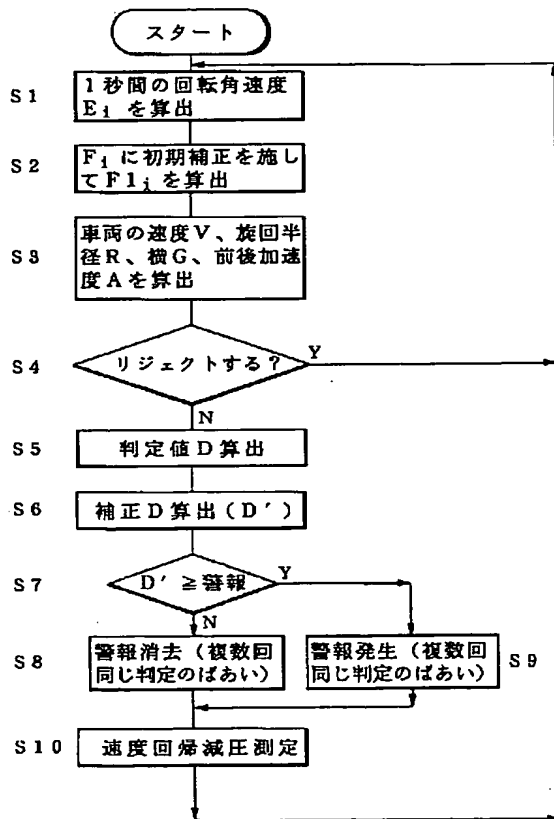
3 表示器

W₁、W₂、W₃、W₄ タイヤ

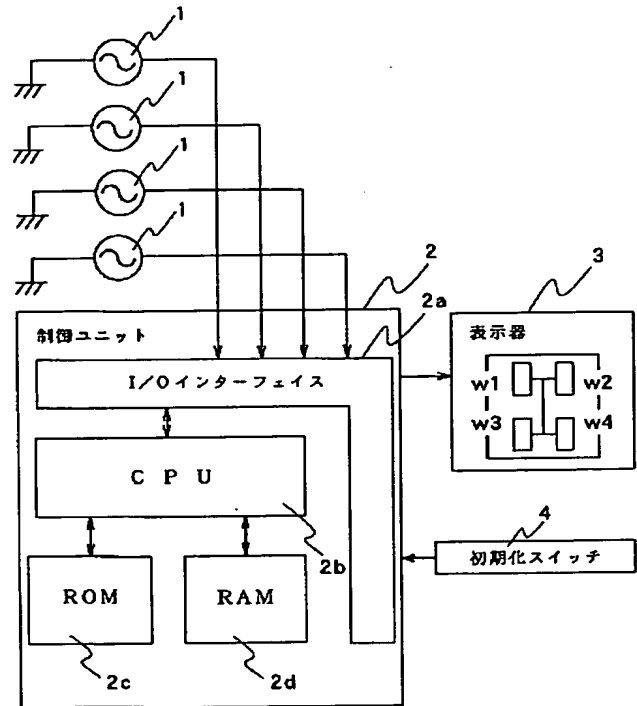
【図 1】



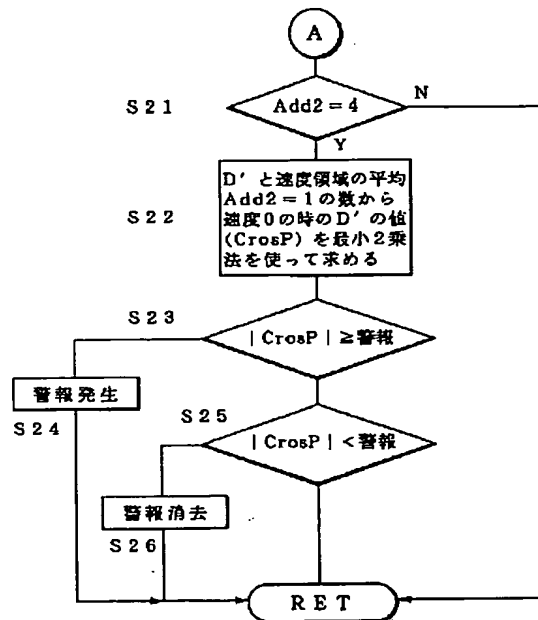
【図 3】



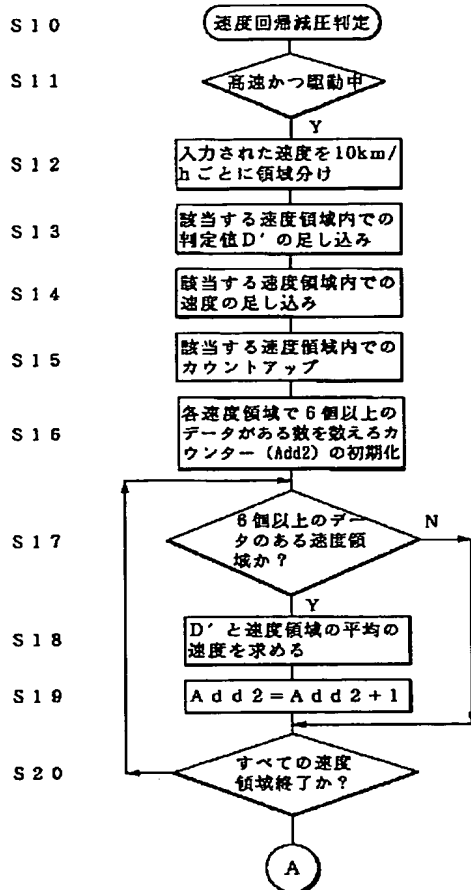
【図 2】



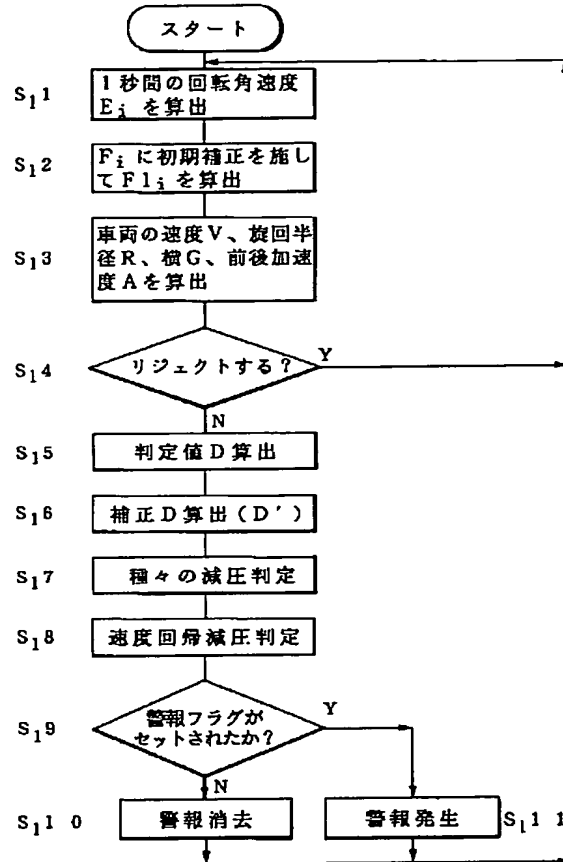
【図 5】



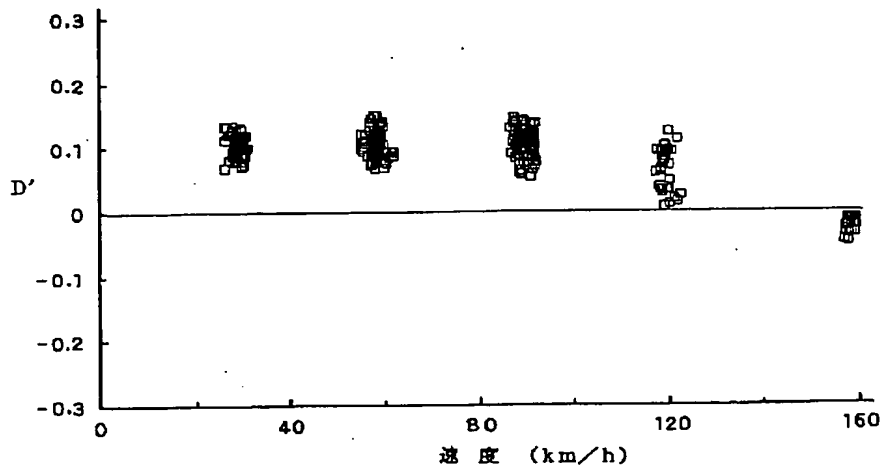
【図4】



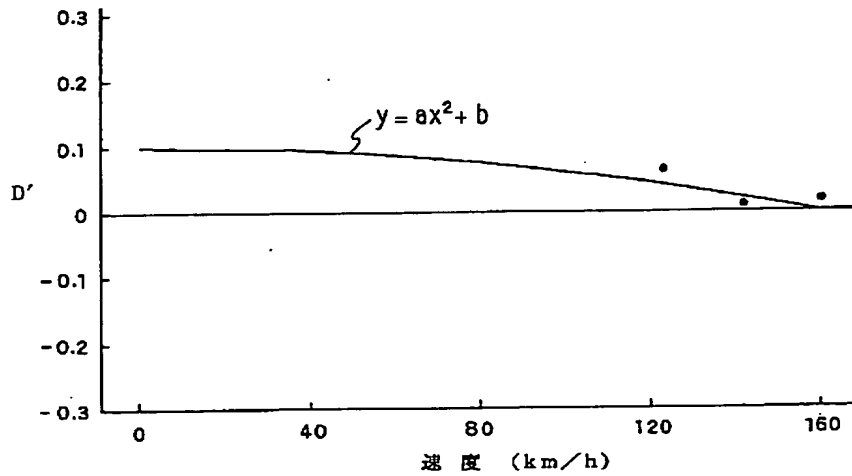
【図8】



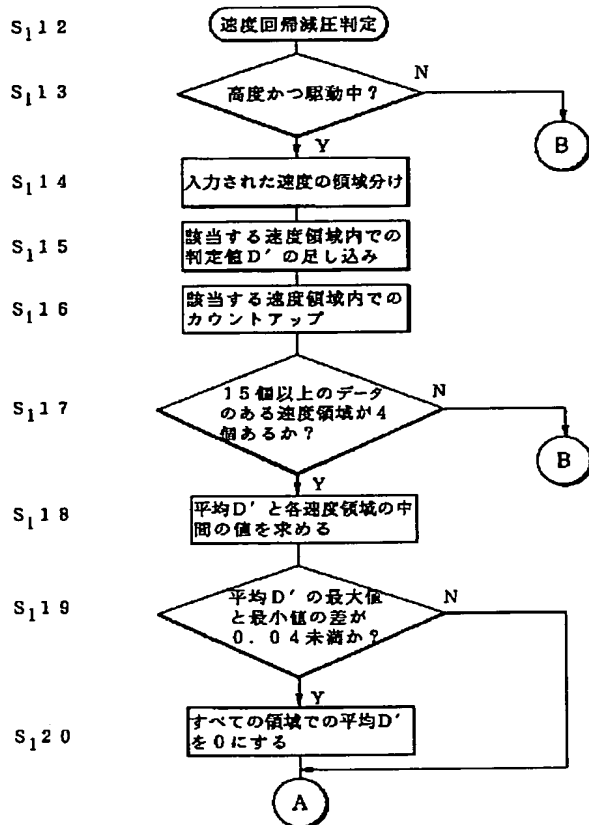
【図6】



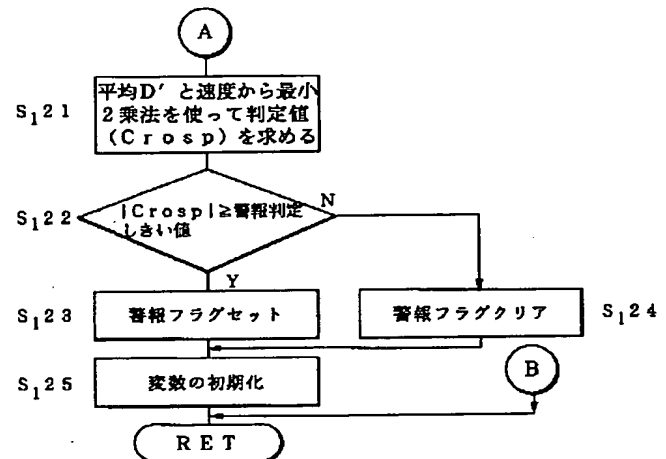
【図 7】



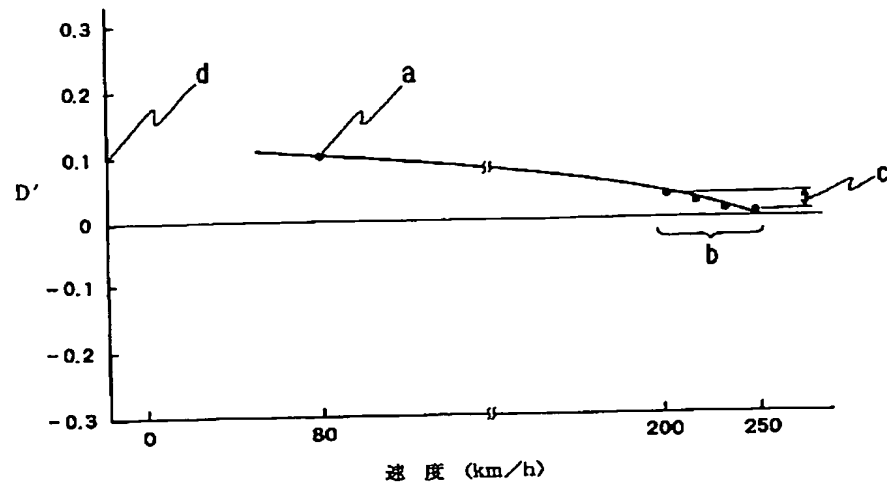
【図 9】



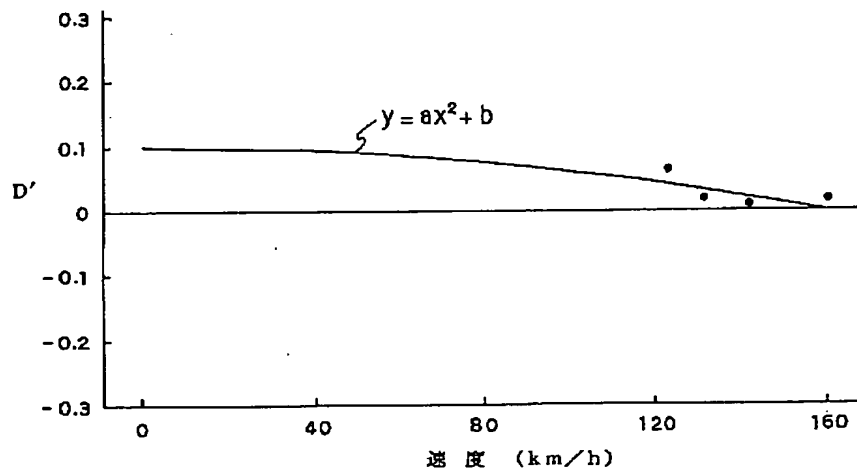
【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Detect each angular rate of rotation of four tires with which the car is equipped, and it is based on each detected angular rate of rotation concerned. If it is the air-failure detection approach of a tire of generating an alarm and said angular rate of rotation is detected when it judges whether the pneumatic pressure of a tire is falling and is judged with pneumatic pressure falling The judgment step for low speeds which judges whether the pneumatic pressure of a tire is falling based on each of this detected angular rate of rotation, If the angular rate of rotation is detected, it is more than the threshold that the rate of a car defines beforehand. And the air-failure detection approach of the tire characterized by including the judgment step for high speeds which judges whether the pneumatic pressure of a tire is falling based on said detected angular rate of rotation only when a car is in a drive condition.

[Claim 2] Detect each angular rate of rotation of four tires with which the car is equipped, and it is based on each detected angular rate of rotation concerned. When it judges whether the pneumatic pressure of a tire is falling and is judged with pneumatic pressure falling, it is the air-failure detection approach of a tire of generating an alarm. At the time of a low speed When it judges, and it is among a high speed and it is in a drive condition, whether the threshold as which the decision value which amends using the information on a car and is acquired determined said each angular rate of rotation beforehand is filled The air-failure detection approach of the tire characterized by judging whether the threshold which calculated the decision value at the time of said low speed, and the decision value concerned defined beforehand from the relation between the rate from an arbitration rate and said decision value is filled.

[Claim 3] Detect each angular rate of rotation of four tires with which the car is equipped, and it is based on each detected angular rate of rotation concerned. A speed detection means to be air-failure detection equipment of a tire which generates an alarm, and to detect the rate of a car when it judges whether the pneumatic pressure of a tire is falling and is judged with pneumatic pressure falling, A distinction means to distinguish whether it is more than the threshold that the rate of the car detected with this speed detection means defined beforehand, If a drive condition detection means to detect whether a car is in a drive condition is included and each angular rate of rotation is detected for said judgment means by said angle-of-rotation speed detection means A judgment means for low speeds to judge whether the pneumatic pressure of a tire is falling based on each of this detected angular rate of rotation, It is distinguished that the rate of the car detected by said speed detection means in said distinction means is said more than threshold if each angular rate of rotation is detected by said angle-of-rotation speed detection means. And it is air-failure detection equipment of the tire characterized by including a judgment means for high speeds to judge whether the pneumatic pressure of a tire is falling, based on said detected angular rate of rotation only when it is detected in said drive condition detection means that a car is in a drive condition.

[Claim 4] Detect each angular rate of rotation of four tires with which the car is equipped, and it is based on each detected angular rate of rotation concerned. When it judges whether the pneumatic pressure of a tire is falling and is judged with pneumatic pressure falling, it is air-failure detection equipment of a tire which generates an alarm. At the time of a low speed When it is a judgment means for low speeds to judge whether the threshold as which the decision value which amends using the information on a car and is acquired determined said each angular rate of rotation beforehand is filled, and among a high speed and is in a drive condition Air-failure detection equipment of the tire characterized by including a judgment means for high speeds to judge whether the threshold which calculated the decision value at the time of said low speed, and

the decision value concerned defined beforehand from the relation between the rate from an arbitration rate and said decision value is filled.

[Claim 5] When a number of data with which said judgment step for high speeds set beforehand the rate more than the threshold which the rate of a car defines beforehand at fixed spacing to a field part opium poppy and a number of rate fields subsequently beforehand defined among all the rate fields concerned collect The tire air-failure detection approach according to claim 1 of calculating the decision value in an inside low speed from this secondary function with the data which averaged the data in the rate field which fulfilled the conditions of the number of data concerned, and then were averaged to the least square method after asking for a secondary function, and detecting an alarm based on this decision value.

[Claim 6] When a number of data with which said high-speed judgment means set beforehand the rate more than the threshold which the rate of a car defines beforehand at fixed spacing to a field part opium poppy and a number of rate fields subsequently beforehand defined among all the rate fields concerned collect Tire air-failure detection equipment according to claim 3 or 4 which calculates the decision value in an inside low speed from this secondary function with the data which averaged the data in the rate field which fulfilled the conditions of the number of data concerned, and then were averaged to the least square method after asking for a secondary function, and detects an alarm based on this decision value.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the air-failure detection approach of a tire, and its equipment. In more detail, even if a car is under [low-speed transit] or high-speed running, it is related with the air-failure detection approach of the tire which detects the fall of a tire, and its equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the equipment which detects the air failure of a tire is proposed as one of the safety devices for four-flower cars, such as a passenger car and a truck, and there are some which are put in practical use in a part.

[0003] The importance is recognized for a reason as mainly shown below, and the air-failure detection equipment of a tire is developed. That is, a fall of pneumatic pressure raises the temperature of a tire according to increase of a deflection. If temperature becomes high, the reinforcement of the polymeric materials used for the tire will fall, and it will lead to a burst of a tire. Usually, even if the pneumatic pressure of a tire escaped from about 0.5 atmospheric pressures, since he had not noticed the driver at it in many cases, equipment which can detect it was desired.

[0004] The detection approach of the air failure in the air-failure detection equipment of said tire is four tires W1 and W2 equipped with the car, W3, and W4 (in addition, tires W1 and W2 are equivalent to a pre-right-and-left tire, respectively, and tire W3 and W4 correspond to a post-right-and-left tire, respectively.). Moreover, hereafter, when naming generically, there is an approach based on the difference among each angular rates of rotation F1, F2, F3, and F4 (henceforth [when naming generically] the angular rate of rotation Fi) called Tire Wi.

[0005] By this approach, the angular rate of rotation Fi of Tire Wi is detected for every predetermined sampling period based on the signal outputted from the wheel speed sensor attached in Tire Wi, for example. Here, effective ** of Tire Wi is [all ***** (value which broke the distance to which the car progressed when a tire rotated one time at the time of free fright of a tire by 2pi)] the same cases, and this detected angular rate of rotation Fi is altogether the same if the car is carrying out straight-line transit.

[0006] On the other hand, ***** changes so that effective ** of said tire Wi may correspond to change of the pneumatic pressure of Tire Wi. Namely, if the pneumatic pressure of Tire Wi falls, as for ***** , effective ** will become small compared with the time of normal internal pressure. Therefore, the angular rate of rotation Fi of Tire Wi to which the pneumatic pressure is falling becomes quick compared with the time of normal internal pressure. Therefore, the air failure of Tire Wi is detectable with the difference in each angular rate of rotation Fi.

[0007] The judgment type for detection of the air failure of the tire Wi by the difference in the angular rate of rotation Fi has some which are shown in the following formula (1) (for example, refer to JP,63-305011,A and JP,4-212609,A).

[0008]

$$D = \frac{\frac{F_1 + F_4}{2} - \frac{F_2 + F_3}{2}}{\frac{F_1 + F_2 + F_3 + F_4}{4}} \quad \dots \quad (1)$$

If effective ** of ***** of each of said tire W_i is altogether the same temporarily, since the angular rate of rotation F_i becomes the same altogether ($F_1=F_2=F_3=F_4$), a decision value D is 0. then, the thresholds $DTH1$ and $DTH2$ (however, $DTH1, DTH2 > 0$) -- recognizing -- $D < -DTH1$ or -- $D > DTH2$ (2)

It is judged with there being a tire W_i to which pneumatic pressure is falling, when ** satisfactory is carried out, and when not satisfied, it is judged with there being no tire W_i to which pneumatic pressure is falling. And if judged with there being a tire W_i to which pneumatic pressure is falling, as opposed to a driver, an alarm will be generated by the drop.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, there is fault that there is a possibility of incorrect-detecting depending on the run state of a car, only by the judgment of the air failure by said formula (1) and (2). For example, when the pneumatic pressure of the tire W_i of either of the tires W_i is falling, while the car is running relatively at a low speed, it can detect correctly whether pneumatic pressure is falling, but while a car drives relatively at high speed and running, there is a possibility of incorrect-detecting. A reason is that the slip ratio of the reduced pressure wheel at the time of a high speed falls, and it rolls and a radius increases according to the centrifugal force of a tire.

[0010] This invention aims at offering the tire air-failure detection approach that it can detect correctly whether the pneumatic pressure of a tire is falling irrespective of the run state of a car in view of an above-stated situation, consequently can prevent incorrect generating / un-generating (not generating an alarm in spite of decompressing), and its equipment. [of an alarm]

[0011] Furthermore, especially the purpose of this invention is irrespective of at the rate of how much the car is running among the run states of a car to offer the tire air-failure detection approach that it can detect correctly whether the pneumatic pressure of a tire is falling, consequently can prevent incorrect generating / un-generating, and its equipment. [of an alarm]

[0012]

[Means for Solving the Problem] The air-failure detection approach of the tire of this invention detects each angular rate of rotation of four tires with which the car is equipped. Based on each detected angular rate of rotation concerned, it judges whether the pneumatic pressure of a tire is falling. If it is the air-failure detection approach of a tire of generating an alarm and said angular rate of rotation is detected when judged with pneumatic pressure falling The judgment step for low speeds which judges whether the pneumatic pressure of a tire is falling based on each of this detected angular rate of rotation, Only when the angular rate of rotation is detected, it is more than the threshold that the rate of a car defines beforehand and a car is in a drive condition, it is characterized by including the judgment step for high speeds which judges whether the pneumatic pressure of a tire is falling based on said detected rotational speed.

[0013] Moreover, when a number of data which set beforehand the rate more than the threshold which the rate of a car defines beforehand at fixed spacing to a field part opium poppy and a number of rate fields subsequently beforehand defined among all the rate fields concerned collect, said judgment step for high speeds With the data which averaged the data in the rate field which fulfilled the conditions of the number of data concerned, and then were averaged to the least square method, after asking for a secondary function, the decision value in an inside low speed can be calculated from this secondary function, and an alarm can be detected based on this decision value.

[0014] Moreover, said judgment step for high speeds can set the averaged data in all fields to 0, when the averaged difference of the maximum of data and the minimum value is under the threshold defined beforehand.

[0015] Moreover, said judgment step for high speeds can amend data, when an operation is carried out from the relation between the field used for the least square method, or the averaged data and there is a possibility of becoming an incorrect judging.

[0016] Moreover, the averaged data can be set to 0 when said judgment step for high speeds has the near field used for a high-speed field and the least square method.

[0017] Moreover, said judgment step for high speeds can change the threshold of an alarm judging by the field of the minimum rate of the averaged data which are used for the least square method.

[0018] Moreover, said judgment step for high speeds can make weighting the data with which the minimum rate used for the least square method was averaged.

[0019] Moreover, each angular rate of rotation of four tires with which the car is equipped is detected. Based

on each detected angular rate of rotation concerned, it judges whether the pneumatic pressure of a tire is falling. When judged with pneumatic pressure falling, it is the air-failure detection approach of a tire of generating an alarm. At the time of a low speed When it judges, and it is among a high speed and it is in a drive condition, whether the threshold as which the decision value which amends using the information on a car and is acquired determined said each angular rate of rotation beforehand is filled From the relation between the rate from an arbitration rate, and said decision value, the decision value at the time of said low speed is calculated, and the decision value concerned is characterized by judging whether the threshold defined beforehand is filled.

[0020] Furthermore, the air-failure detection equipment of the tire of this invention Detect each angular rate of rotation of four tires with which the car is equipped, and it is based on each detected angular rate of rotation concerned. A speed detection means to be air-failure detection equipment of a tire which generates an alarm, and to detect the rate of a car when it judges whether the pneumatic pressure of a tire is falling and is judged with pneumatic pressure falling, A distinction means to distinguish whether it is more than the threshold that the rate of the car detected with this speed detection means defined beforehand, If a drive condition detection means to detect whether a car is in a drive condition is included and each angular rate of rotation is detected for said judgment means by said angle-of-rotation speed detection means A judgment means for low speeds to judge whether the pneumatic pressure of a tire is falling based on each of this detected angular rate of rotation, It is distinguished that the rate of the car detected by said speed detection means in said distinction means is said more than threshold if each angular rate of rotation is detected by said angle-of-rotation speed detection means. And only when it is detected that a car is in a drive condition in said drive condition detection means, it is characterized by including a judgment means for high speeds to judge whether the pneumatic pressure of a tire is falling, based on said detected angular rate of rotation.

[0021] Moreover, each angular rate of rotation of four tires with which the car is equipped is detected. Based on each detected angular rate of rotation concerned, it judges whether the pneumatic pressure of a tire is falling. When judged with pneumatic pressure falling, it is air-failure detection equipment of a tire which generates an alarm. At the time of a low speed When it is a judgment means for low speeds to judge whether the threshold as which the decision value which amends using the information on a car and is acquired determined said each angular rate of rotation beforehand is filled, and among a high speed and is in a drive condition It is characterized by including a judgment means for high speeds to judge whether the threshold which calculated the decision value at the time of said low speed, and the decision value concerned defined beforehand from the relation between the rate from an arbitration rate and said decision value is filled.

[0022] Moreover, when a number of data which set beforehand the rate more than the threshold which the rate of a car defines beforehand at fixed spacing to a field part opium poppy and a number of rate fields subsequently beforehand defined among all the rate fields concerned collect, said high-speed judgment means With the data which averaged the data in the rate field which fulfilled the conditions of the number of data concerned, and then were averaged to the least square method, after asking for a secondary function, the decision value in an inside low speed can be calculated from this secondary function, and an alarm can be detected based on this decision value.

[0023] Moreover, said judgment means for high speeds can set the averaged data in all fields to 0, when the averaged difference of the maximum of data and the minimum value is under the threshold defined beforehand.

[0024] Moreover, said judgment means for high speeds can amend data, when an operation is carried out from the relation between the field used for the least square method, or the averaged data and there is a possibility of becoming an incorrect judging.

[0025] Moreover, the averaged data can be set to 0 when said judgment means for high speeds has the near field used for a high-speed field and the least square method.

[0026] Moreover, said judgment means for high speeds can change the threshold of an alarm judging by the field of the minimum rate of the averaged data which are used for the least square method.

[0027] Moreover, said judgment means for high speeds can make weighting the data with which the minimum rate used for the least square method was averaged.

[0028]

[Embodiment of the Invention] Two or more preparation of the judgment means with which this invention was suitable for the run state of a car, respectively is carried out. Therefore, the judgment according to the run

state of a car is realizable in one of judgment means.

[0029] Therefore, when it is judged that the pneumatic pressure of a tire is falling in at least one judgment means among said two or more judgment means, it can be judged that the pneumatic pressure of a tire is falling certainly. When in other words judged with all tires being normal internal pressure in all judgment means, it can be judged that a tire is normal internal pressure certainly.

[0030] Moreover, paying attention to at the rate of how much the car is running among the run states of a car in this invention, two judgment means of the judgment means for low speeds and the judgment means for high speeds are prepared.

[0031] For example, if a car carries out high-speed transit when the pneumatic pressure of one of tires is falling, the angle-of-rotation speed difference with the time of an air failure and normal internal pressure may almost be lost. Therefore, there is a possibility of incorrect-detecting, with a judgment means to judge if the angular rate of rotation is detected. On the other hand, when these people investigate and a car is in a drive condition even if a car carries out high-speed transit, when the pneumatic pressure of one tire of the tires is falling The angle-of-rotation speed difference with the time of an air failure and normal internal pressure found out the approach of searching for the angle-of-rotation speed difference with the time of the air failure at the time of a low speed, and normal internal pressure for decreasing functionally the 2nd order from a header and its secondary function as the rate rose from a certain rate.

[0032] Then, when satisfied with this invention of the conditions that the rate of a car is more than a threshold, and a car is in a drive condition after not only the judgment means for low speeds but the angular rate of rotation which will judge if the angular rate of rotation is detected was detected, it decided to prepare a judgment means for high speeds to judge. Therefore, it is correctly detectable whether the pneumatic pressure of a tire is falling irrespective of at the rate of how much the car is running. Therefore, it can prevent incorrect generating / un-generating. [of an alarm]

[0033] Hereafter, based on an accompanying drawing, the air-failure detection approach of the tire of this invention and its equipment are explained. The block diagram in which drawing 1 shows one example of the air-failure detection equipment of the tire of this invention, The block diagram showing the electric structure of the air-failure detection equipment of a tire [in / in drawing 2 / drawing 1], A flow chart for drawing 3 to explain alarm generating / halt processing in the air-failure detection equipment of the tire of drawing 1 , A flow chart for drawing 4 -5 to explain the rate recursion reduced pressure judging of alarm generating / halt processing in the air-failure detection equipment of the tire of drawing 1 and drawing 6 are set at the time of high-speed transit of a car. The explanatory view showing that a decision value decreases functionally the 2nd order with the increment in a rate in the range forward in order acceleration, A flow chart for drawing for drawing 7 to explain the least square method and drawing 8 to explain other examples of the air-failure detection equipment of the tire of this invention, A flow chart for drawing 9 -10 to explain the rate recursion reduced pressure judging in drawing 8 and drawing 11 are drawings for the explanatory view of an incorrect judging and drawing 12 to explain the least square method in connection with other examples.

[0034] As shown in drawing 1 , the air-failure detection equipment of the tire of this invention detects whether four tires W1 and W2 offered on the four-flower car, W3, and the pneumatic pressure of W4 are falling, and is equipped with the usual wheel speed sensor 1 formed respectively in relation to said tires W1 and W2, W3, and W4. A control unit 2 is given and the output of the wheel speed sensor 1 is *****. The drop 3 which consisted of liquid crystal display components, plasma display devices, or CRT for telling the tire Wi to which pneumatic pressure fell etc. is connected to the control unit 2. Moreover, since dispersion within specification is included and manufactured, it is necessary to amend Tire Wi so that the dynamic load radius of Wi may become the same in normal internal pressure. Then, 4 is a switch used as the cause to perform the above-mentioned amendment.

[0035] I/O interface 2a required for delivery of a signal with an external device, CPU2b which functions as a center of data processing, ROM2c in which the control action program of this CPU2b was stored, and in case said CPU2b performs control action, data etc. are written in temporarily, or the control unit 2 consists of RAM2d from which the written-in data is read, as shown in drawing 2 .

[0036] By said car rate sensor 1, the pulse signal (henceforth a wheel speed pulse) corresponding to the rotational frequency of Tire Wi is outputted. moreover, the wheel speed pulse outputted from the wheel speed sensor 1 in CPU2b -- being based -- predetermined sampling period ΔT (sec), for example, Δ , -- the angular rate of rotation F_i of each tire Wi is computed for T = every second.

[0037] Below, alarm generating / halt processing in the air-failure detection approach of the tire of this invention are explained. In addition, this processing is realized by software. First, based on the wheel speed pulse outputted from each wheel speed sensor 1 in every second as shown in drawing 3, the angular rate of rotation F_i of each tire W_i is computed (step S1). Here, since dispersion (initial difference) within specification is included and manufactured, effective ** of each tire W_i will not necessarily be the same [Tire W_i / *****], even if all the tires W_i are normal internal pressure. Therefore, the angular rate of rotation F_i of each tire W_i will vary. Then, angular-rate-of-rotation F_{1i} amended in order to negate dispersion by the initial difference is computed (step S2). Specifically, it is amended with $F_{11}=F_1 F_{12}=m F_2 F_{13}=F_3 F_{14}=n F_4$. Said correction factors m and n compute the angular rate of rotation F_i a condition [the car carrying out straight-line transit], and based on this computed angular rate of rotation F_i , if acquired as $m=F_1/F_2$ and $n=F_3/F_4$, they will be amended.

[0038] And based on said F_{1i} , the rate V of a car, TR R , Width G , and the order acceleration A are computed (step S3).

[0039] By the way, dispersion becomes large with the magnitude of the radius R of a car, the rate V of a car, the longitudinal direction acceleration G of a car, and the cross-direction acceleration (only henceforth order acceleration) A , and said angular rate of rotation F_i has a possibility of as a result leading to an incorrect judging.

[0040] That is, since there is a possibility that Tire W_i may sideslip [TR R] in being relatively small, possibility that dispersion in the angular rate of rotation F_i computed will become large is high. Moreover, since the detection precision of the ***** sensor 1 falls remarkably when the rate V of a car is super-low **, possibility that dispersion in the angular rate of rotation F_i computed will become large is high. Moreover, since there is a possibility that Tire W_i may sideslip [the side G of a car] in being relatively large, possibility that dispersion in the angular rate of rotation F_i computed will become large is high. Furthermore, when the absolute value of the car order acceleration A is relatively large, since a slip of the tire W_i by a car sudden-accelerating or sudden slowing down or the effect of a foot brake can be considered, possibility that dispersion in the angular rate of rotation F_i computed will become large is high. Thus, when possibility that an error is included in the angular rate of rotation F_i is high, the angular rate of rotation F_i has a desirable method of rejecting, without adopting it as detection of an air failure (exclusion).

[0041] Then, it is distinguished whether based on TR R of a car, a rate V , Width G , and the car order acceleration A , angular-rate-of-rotation F_{1i} obtained at said step S2 is rejected (step S4).

[0042] When not rejecting angular-rate-of-rotation F_{1i} as a result of distinction by said step S4, a decision value D is computed by the following formula (3) based on the angular-rate-of-rotation F_{1i} (step 5).

[0043]

$$D = \frac{\frac{F_{11} + F_{14}}{2} - \frac{F_{12} + F_{13}}{2}}{\frac{F_{11} + F_{12} + F_{13} + F_{14}}{4}} \quad \dots \quad (3)$$

By the way, calculation of TR R of the car in said step S5, a rate V , Width G , and the car order acceleration A is performed using angular-rate-of-rotation F_{1i} to which amendment of an initial difference was performed. On the other hand, as for ***** , effective ** of Tire W_i is changed with TR R of not only an initial difference but a car, a rate V , Width G , and the order acceleration A . Therefore, the effect of the fluctuation factor containing TR R of a car, a rate V , Width G , and the order acceleration A is acting on the decision value D calculated at said step S5.

[0044] Then, amendment for eliminating the effect of the fluctuation factor of the decision values D , such as TR R of a car, a rate V , Width G , and the order acceleration A , is performed (step S6).

[0045] Specifically, it is amended by the following formula (4).

[0046]

$$D' = D - \alpha_1 \times \text{horizontal } G - \alpha_2 \times \text{horizontal } G \times A \quad \dots \quad (4)$$

In addition, D' obtained at this step S6 is saved temporarily for example, at RAM2d.

[0047] Here, in said formula (4), α_1 and α_2 are multipliers, when it turns out that each tire W_i of these multipliers α_1 and α_2 is normal, test transit is performed, and based on TR R of the car then

computed, a rate V , Width G , and the car order acceleration A , it asks beforehand. Said multipliers α_1 and α_2 are beforehand memorized by ROM2c of a control unit 2.

[0048] It is judged using decision value D' after the amendment obtained at said step S6 whether pneumatic pressure is falling by the following formulas (5) (step S7). In addition, in a formula (5), it is $DTH1=DTH2=0.1$.

[0049]

$D' < -DTH1$ or $D' > DTH2$ (5)

consequently, if decision value D' is filling the formula (5), it will judge with pneumatic pressure falling -- having -- multiple times -- an alarm is generated when the same judgment is performed to some extent continuously (step S9). on the other hand, if said decision value D' is not filling the formula (5), it judges with pneumatic pressure not falling -- having -- multiple times -- an alarm is eliminated when the same judgment is performed to some extent continuously (step S8). That is, since it is made to carry out when pneumatic pressure was falling, or generating or prohibition of an alarm is not performed whenever it was judged with it being normal internal pressure, but the same judgment is continuously performed to some extent over two or more rounds, it can prevent incorrect generating / un-generating. [of the alarm under the sudden effects of a noise etc.]

[0050] Since the angular rate of rotation F_i of the tire W_i concerned becomes quick compared with the angular rate of rotation F_i of the tire W_i of normal internal pressure while the car is carrying out low-speed transit relatively when the pneumatic pressure of the tire W_i of either of the tires W_i is falling, in said step S7, decision value D' is satisfied with a place of said formula (5). On the other hand, while the car is running relatively at high speed, most differences of the angular rate of rotation F_i of Tire W_i and the angular rate of rotation F_i of the tire W_i of normal internal pressure to which pneumatic pressure is falling may be lost. Since possibility that decision value D' will be set to 0 is high at this time, in said step 7, it will be judged with all the pneumatic pressure of Tire W_i being normal. then, in this example, when a car is in a drive condition also in a high speed Since secondary decision value D' decreases functionally as a rate rises from a certain rate (refer to drawing 5), even if the car is running relatively at high speed in quest of decision value D' at the time of the low speed by the secondary function Only within the case under drive, an alarm generating preliminary treatment (henceforth a rate recursion reduced pressure diagnosis) is performed again (step 10).

[0051] Below, the flow chart of drawing 4 explains the detail.

[0052] first, more than threshold VTH (for example, $VTH=120$ km/h) that the rate V of a car defines beforehand in order to perform a rate recursion reduced pressure measuring method only within the case where the car is running in the state of a high speed and a drive relatively -- moreover, it distinguishes whether it is more than threshold ATH (for example, $ATH=0G$) that the order acceleration A for judging whether a car is in a drive condition defines beforehand (step S11).

[0053] Consequently, since the rate V of a car does not produce the above faults when it is distinguished as the under threshold VTH and order acceleration A is under the threshold ATH , it does not need to perform the rate recursion reduced pressure diagnosis mentioned later. Moreover, also when the rate V of said car is judged that the under threshold VTH or order acceleration A is under the threshold ATH , a rate recursion reduced pressure diagnosis is not performed. Therefore, it returns to step S1, without operating steps S12-S25. On the other hand, when the rate V of a car is distinguished as more than threshold VTH and the order acceleration A are more than threshold $ATH(s)$, the rate recursion reduced pressure diagnosis to steps S12-S26 explained below is performed.

[0054] It begins from carrying out the field division of the rate V at present first in a rate recursion reduced pressure diagnosis (step S12). If the rates V at present are for example, 135 km/h supposing it divides a rate into the fields from 1 to 14, for example from 120 km/h every 10 km/h when step S12 is explained concretely, since the rate of 120 km/h bases is the field of 1, 135 km/h will go into the field of 2 on 130 km/h bases. Moreover, the number which carries out a field division is decided with the rate of permission of a car.

[0055] After the processing finishes, decision value D' at present and a rate V are added to the rate field assigned by step S12 (steps S13 and S14). If steps S13 and S14 are explained concretely, rate recursion reduced pressure judging processing is performed for every second so that the flow chart of drawing 3 may also show, and when judged with a high speed and a car driving from the rate V in this time, and the order acceleration A , steps S12-S26 shown by drawing 4 will be processed. Therefore, when it judges that a car is under a high speed and drive, the rate V per second and decision value D' are put into the corresponding field,

and processing in which it adds to the value which adds the value until now is performed.

[0056] It counts up in order to count how many data are next in the rate field which corresponds this time (step S15). When steps S11-S15 are summarized, it means counting how many data it adds to the field which was able to divide the rate V in every second which a car can use for processing of the rate recursion manometric method of being under a high speed and drive, and decision value D' , and are in the field here.

[0057] It investigates whether next there is any rate field which has six or more data about all fields (step S17). If it is, it asks for the average of decision value D' added until now [in the field], and a rate V (step S18), and it will count up in order to count how many the field with six or more data was made (step S19). Especially actuation will not be performed if there is nothing.

[0058] If the rate field which finishes these activities and has six or more data is located to three fields, based on the rate V and decision value D' which were averaged in each field, it will ask for decision value D' (CrosP) at the time of rate = 0 km/h with the least square method (steps S21-S22).

[0059] If the least square method is explained concretely, when a rate V is taken along an axis of abscissa and decision value D' is taken along an axis of ordinate, three decision value D' corresponding to said rate V and it which were averaged will be plotted (refer to drawing 6). When secondary curvilinear $y=ax^2+b$ which passes along this core of three points is assumed next, the method of asking for a and b from which the sum of the square of the die length of the line drawn so that it might become the y -axis and parallel from each point at this secondary curve becomes min is the least square method used here. In addition, b here corresponds to said CrosP.

[0060] Moreover, especially actuation will not be performed if there is no rate field with six or more data in three fields.

[0061] It is judged using decision value D' (CrosP) obtained at said step S22 whether pneumatic pressure is falling by said formula (5) (steps S23-S26). In addition, in the following formula (6), it is $DH_{TH1}=DH_{TH2}=0.1$.

[0062]

$|CrosP| < -DH_{TH1}$ or $|CrosP| < -DH_{TH2}$ (6)

Consequently, if the decision value CrosP is filling the formula (6), it will be judged that pneumatic pressure is falling and an alarm will be generated (step S24). On the other hand, if the decision value CrosP is not filling the formula (6), it is judged with pneumatic pressure not falling and an alarm is eliminated (step S26). In addition, when various conditions judge a set alarm, the variable of all rate fields is cleared.

[0063] Other examples of this invention are explained below. After steps S11-S16 are the same as steps S1-S6 in said example as shown in drawing 8 , and step S15 is completed, it progresses to step S16 and various reduced pressure judgments are performed using decision value D' after the amendment subsequently obtained at this step S16 (step S17). In this reduced pressure judging, it is judged whether pneumatic pressure is falling by the following formula (7). In addition, in a formula (7), it is $D_{TH1}=D_{TH2}=0.1$.

[0064]

$D' < -D_{TH1}$ or $D' > D_{TH2}$ (7)

Consequently, a warning flag is cleared, if decision value D' is filling the formula (7) and it is not filled [set the warning flag and].

[0065] the next -- a rate recursion reduced pressure judging -- carrying out (step S18) -- this is described in detail below. Consequently, a warning flag will be cleared, if the decision value fulfills alarm criteria, and set the warning flag and it is not filled. Furthermore, if the warning flag is set, an alarm lamp is turned on, and if not set, it will process erasing an alarm lamp etc. (steps S19-S111).

[0066] By the way, since the angular rate of rotation F_i of the tire W_i concerned becomes quick like said example compared with the angular rate of rotation F_i of the tire W_i of normal internal pressure while the car is carrying out low-speed transit relatively when the pneumatic pressure of the tire W_i of either of the tires W_i is falling, in said step S17, decision value D' satisfies alarm criteria. On the other hand, while the car is running relatively at high speed, most differences of the angular rate of rotation F_i of Tire W_i and the angular rate of rotation F_i of the tire W_i of normal internal pressure to which pneumatic pressure is falling may be lost. Since possibility that decision value D' will be set to 0 is high at this time, it will set [aforementioned] step S17 and will be judged with all the pneumatic pressure of Tire W_i being normal. However, when a car is in a drive condition also in a high speed, it turns out that secondary decision value D' decreases functionally as a rate rises (refer to drawing 6).

[0067] So, in this example, even if the car is running relatively at high speed in quest of decision value D' at the time of the low speed by the secondary function, only within the case where it is under drive, an alarm generating preliminary treatment is performed again.

[0068] Below, the flow chart of drawing 9 -10 explains the detail.

[0069] first, more than threshold VTH (for example, VTH=85 km/h) that the rate V of a car defines beforehand in order to perform a rate recursion reduced pressure measuring method only within the case where the car is running in the state of a high speed and a drive relatively -- moreover, it distinguishes whether it is more than threshold ATH (for example, ATH=0G or -0.03G) that the order acceleration A for judging whether a car is in a drive condition defines beforehand (step S113).

[0070] Consequently, since the above phenomena do not happen when it is distinguished that the under threshold VTH or order acceleration A is under the threshold ATH, the rate V of a car does not perform the rate recursion reduced pressure diagnosis mentioned later. Therefore, steps S114-S125 are not operated, but it returns to step S19. On the other hand, when the rate V of a car is distinguished as more than threshold VTH and the order acceleration A are more than threshold ATH(s), the rate recursion reduced pressure diagnosis to steps S114-S125 explained below is performed.

[0071] It begins from carrying out the field division of the rate V at present first in a rate recursion reduced pressure diagnosis (step S114). If the rates V at present are for example, 100 km/h supposing it divides the rate to 155 km/h into the fields from 1 to 14, for example for 85 km/h to a rate every 5km/h, if step S114 is explained concretely, since the rate of 85 km/h bases is the field of 1, 100 km/h will go into the field of 4 on 100 km/h bases. Moreover, the number which carries out a field division is decided with the rate of permission of a car.

[0072] After the processing finishes, decision value D' at present and a rate V are added to the rate field assigned by step S114 (step S115). If step S115 is explained concretely, rate recursion reduced pressure judging processing is performed for every second so that the flow chart of drawing 8 may also show, and when judged with a high speed and a car driving from the rate V in this time, and the order acceleration A, steps S114-S125 shown by drawing 9 -10 will be processed. Therefore, when it judges that a car is under a high speed and drive, decision value D' at that time is put into the corresponding field per second, and processing in which it adds to the value which adds the value until now is performed.

[0073] One counter is increased in order to teach how many data are next in the rate field which corresponds this time (step S116). When steps S114-S116 are summarized, it means increasing one counter of the field where a car adds to the field which was able to divide decision value D' in every second which can be used for processing of the rate recursion manometric method of being under a high speed and drive, and corresponds to it here.

[0074] It investigates [as which the rate field which has next data more than the number (for example, 15 pieces) beforehand defined about all fields determines it beforehand] whether it is a number (for example, four fields) (step S117). If it is, the average of decision value D' and the mean value of each rate field which are added until now [in the field] will be calculated (step S118).

[0075] Furthermore, when the difference of the maximum of an average of D' and the minimum value is the threshold (less than [for example,] 0.04) defined beforehand, an average of D' in all fields is set to 0 (steps S119-S120). In addition, the alarm decision value finally calculated in this case is set to 0, and it is made not to detect an alarm.

[0076] When an operation is carried out in this invention from the relation between the field used [in / steps S119-S120 are not limited to this, and / said steps S119-S120] for the least square method, or an average of D', there is a possibility of becoming an incorrect judging. For example, as shown in drawing 11, it sets to four rate fields b considerably distant from the inside low speed of the decision value a calculated by recursion. Even if the data of recursion are the case where the assembly and the decision value of the data are decreasing to the increment in a rate If a secondary regression curve is called for based on this, it may become an incorrect judging at **** which is dispersion extent at the time of normal internal pressure which the difference c of maximum and the minimum value furthermore calls 0.03 or less. In addition, d in drawing 11 is an alarm judging threshold.

[0077] Or in steps S119-S120, when the field used for a high-speed field (for example, 150 or more km/h) and the least square method is near (for example, all of four fields adjoin each other), an average of D' can be set to 0.

[0078] Or in steps S119-S120, what the threshold of an alarm judging is changed for (for example, the variable to double is given) is made by the field (at for example, the time of 150 km/h) of the minimum rate of an average of D'.

[0079] Furthermore, in steps S119-S120, what the minimum rate of an average of D' is made into a field (at for example, the time of 150 km/h), and weighting is made an average of D' of a minimum rate also for (for example, it is made two pieces) is made.

[0080] If the rate field which finishes these activities and has 15 or more data is located to four fields, based on the intermediate rate V of each field and an average of D' which were averaged in each field, it will ask for decision value D' (CrosP) in a low speed with the least square method (step S121).

[0081] If the least square method is explained concretely, when a rate V is taken along an axis of abscissa and decision value D' is taken along an axis of ordinate, four decision value D' corresponding to the intermediate rate V of each field and it which were called for from **** will be plotted (refer to drawing 12). When secondary curvilinear $y=ax^2+b$ which passes along this core of four points is assumed next, the method of asking for a and b from which the sum of the square of the die length of the line drawn so that it might become the y-axis and parallel from each point at this secondary curve becomes min is the least square method used here. In addition, b here corresponds to said CrosP.

[0082] Moreover, especially actuation will not be performed if there is no rate field with 15 or more data in four fields.

[0083] It is judged using decision value D' (CrosP) obtained at said step S121 whether pneumatic pressure is falling by the following formula (8) (steps S122-S125). In addition, in the following formula (8), it is $DH_{TH1}=DH_{TH2}=0.1$.

[0084]

$CrosP < -DH_{TH1}$ or $CrosP < -DH_{TH2}$ (8)

Consequently, if the decision value CrosP is filling the formula (8), pneumatic pressure will be judged to fall and will set a warning flag (step S123). On the other hand, if the decision value CrosP is not filling the formula (8), it judges that pneumatic pressure is not falling and it clears a warning flag (step S124). In addition, when various conditions judge a set alarm, the variable of all rate fields is cleared (step S125).

[0085]

[Effect of the Invention] Since two or more preparation of the judgment means which was suitable for the run state of a car, respectively is carried out according to this invention as explained above, the judgment according to the run state of a car is realizable in one of judgment means. Therefore, since it is correctly detectable whether the pneumatic pressure of a tire is falling irrespective of the run state of a car, it can prevent incorrect generating / un-generating. [of an alarm] Therefore, since the dependability over the alarm of a driver can be improved, improvement in a traffic paint can be aimed at.

[0086] Moreover, since a judgment means for high speeds for a car rate to be more than a threshold, and to judge when the conditions that a car is driving are satisfied is prepared after not only the judgment means for low speeds but the angular rate of rotation which will judge if the angular rate of rotation is detected is detected, it is correctly detectable whether the pneumatic pressure of a tire is falling irrespective of at the rate of how much the car is running. Therefore, it can prevent incorrect generating / un-generating. [of an alarm] Therefore, since the dependability over the alarm of a driver can be improved, improvement in a traffic paint can be aimed at.

[Translation done.]

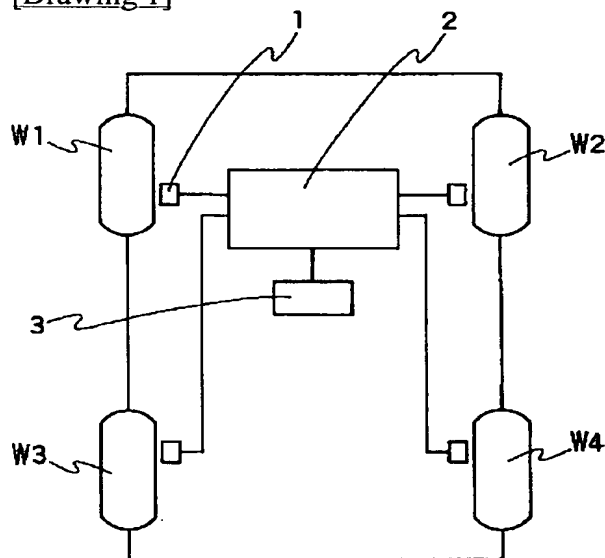
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

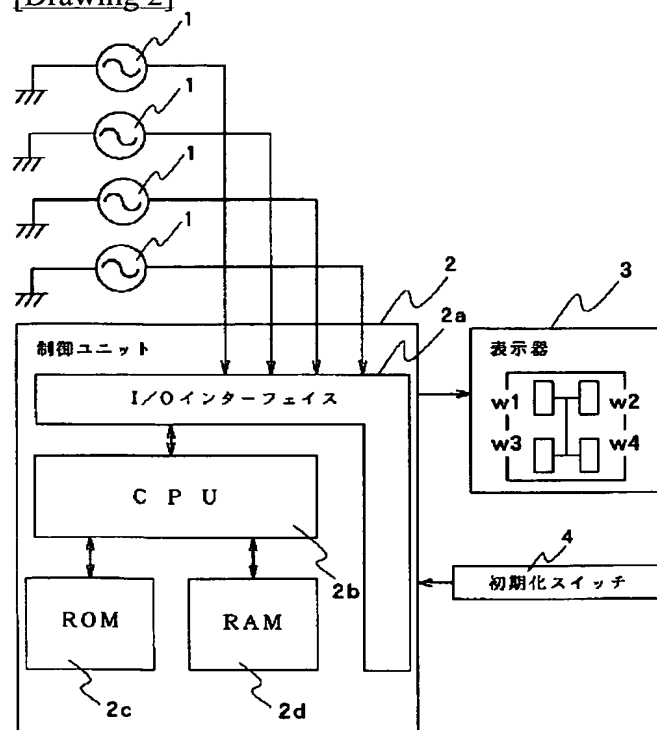
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

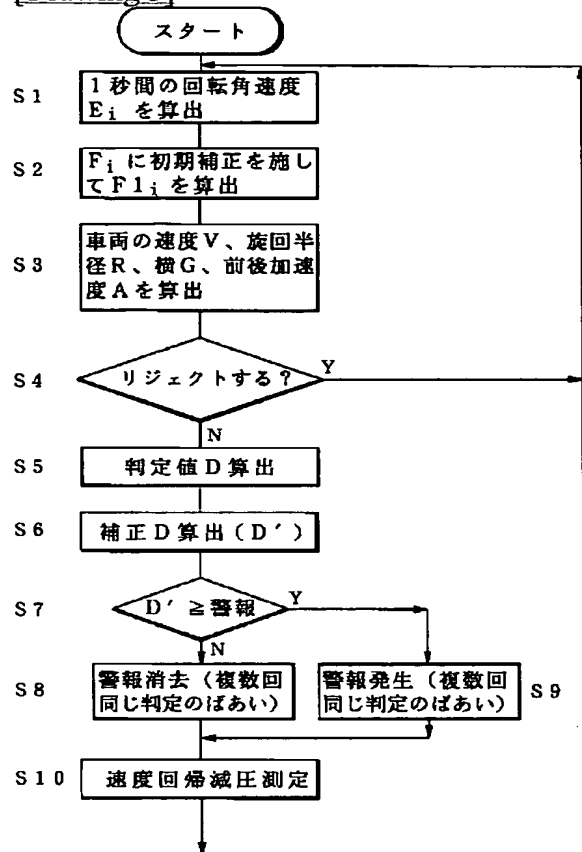
[Drawing 1]



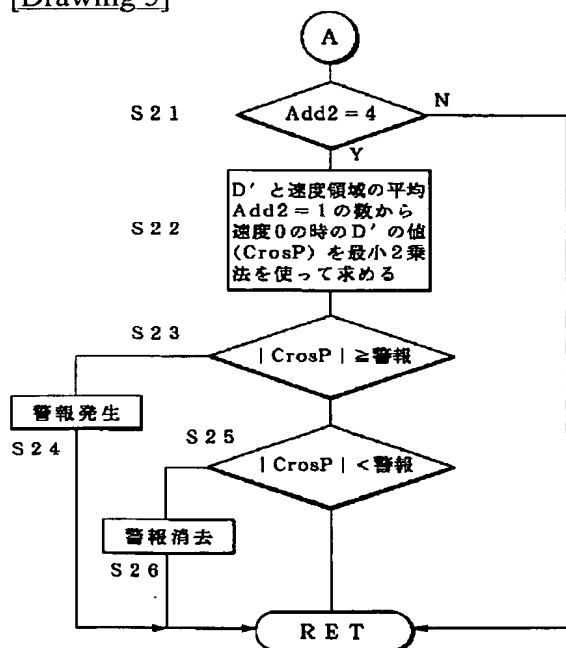
[Drawing 2]



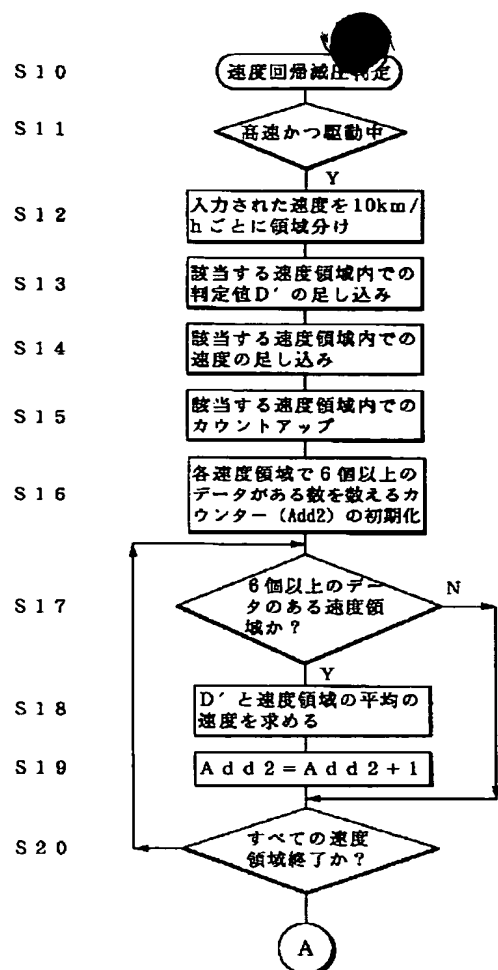
[Drawing 3]



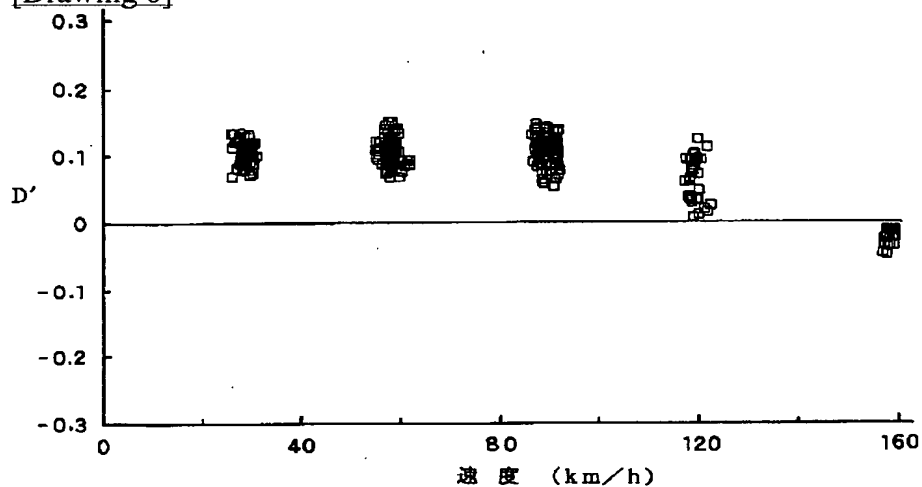
[Drawing 5]



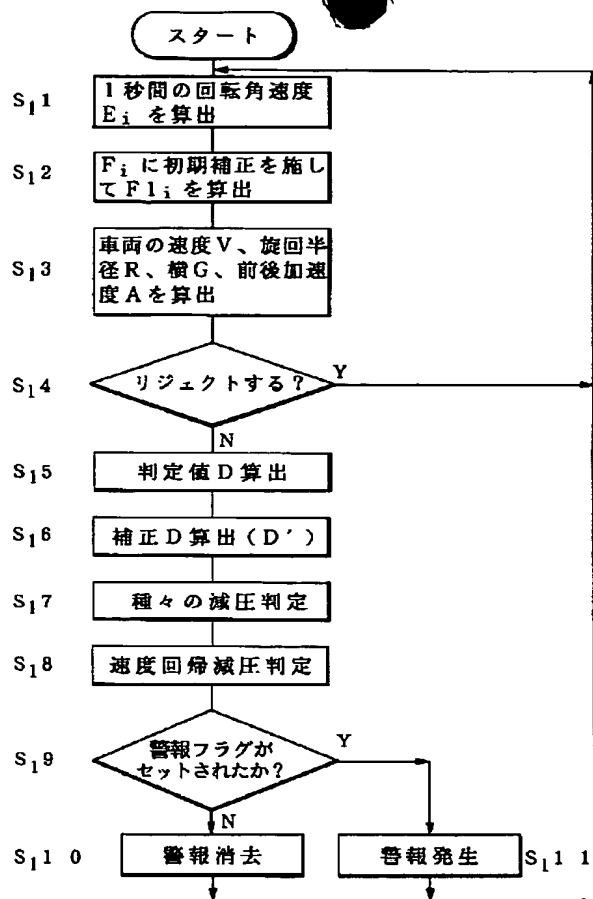
[Drawing 4]



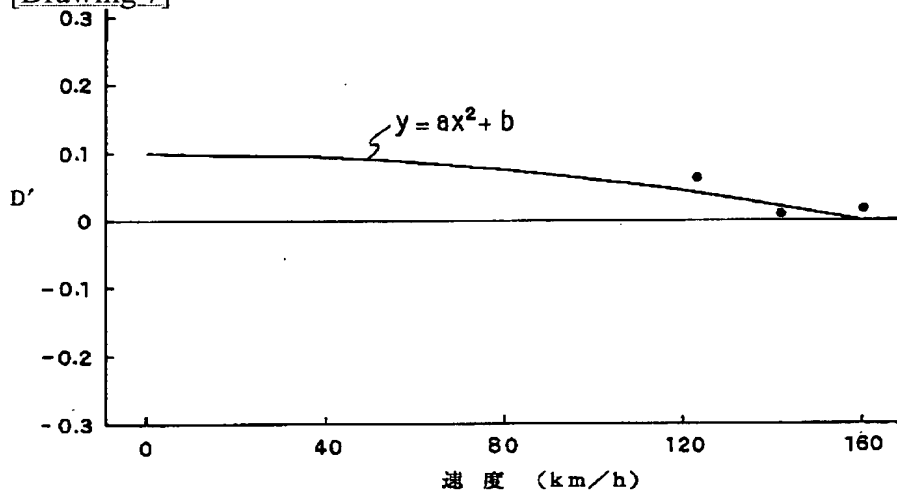
[Drawing 6]



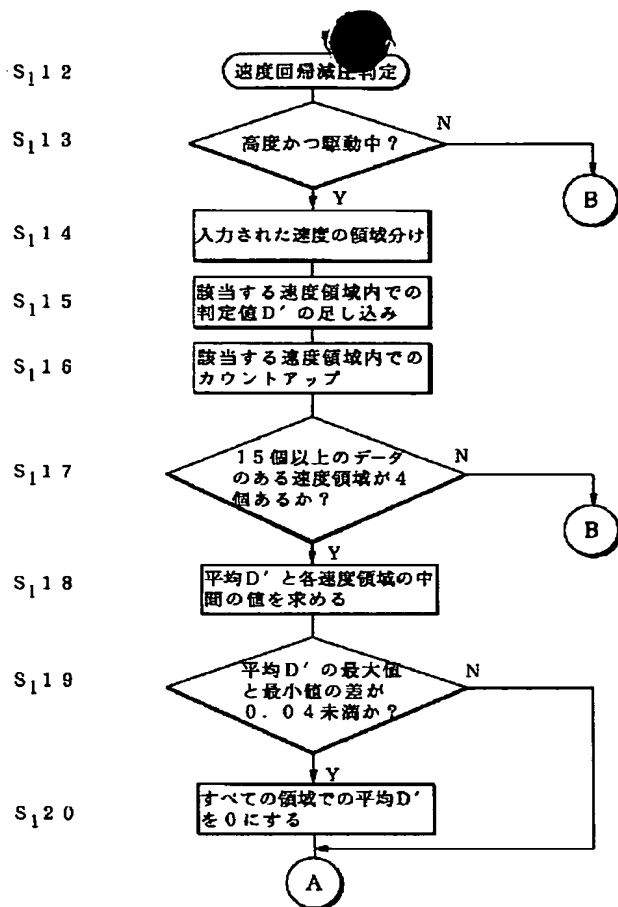
[Drawing 8]



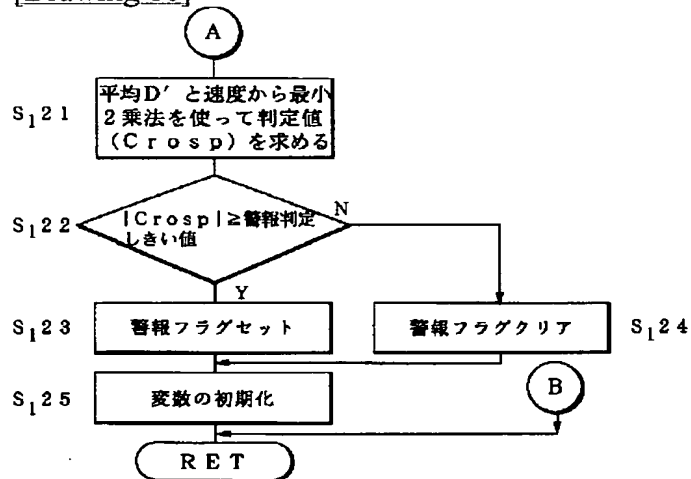
[Drawing 7]



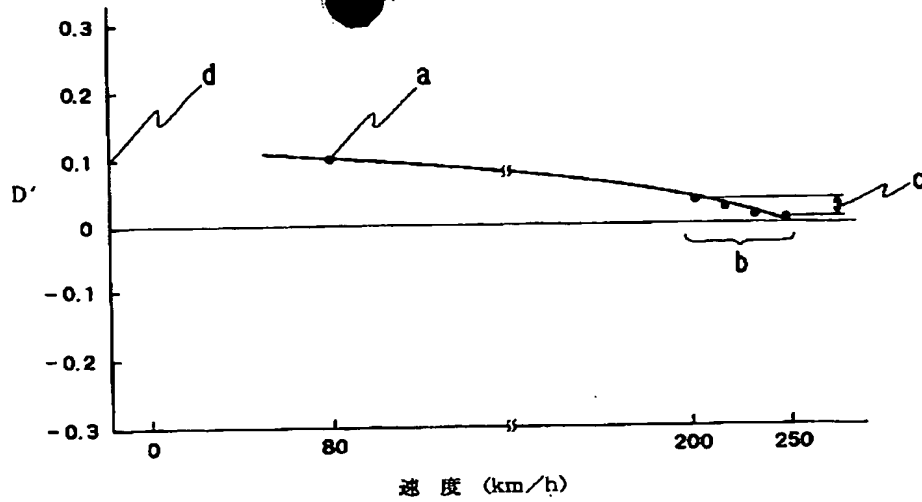
[Drawing 9]



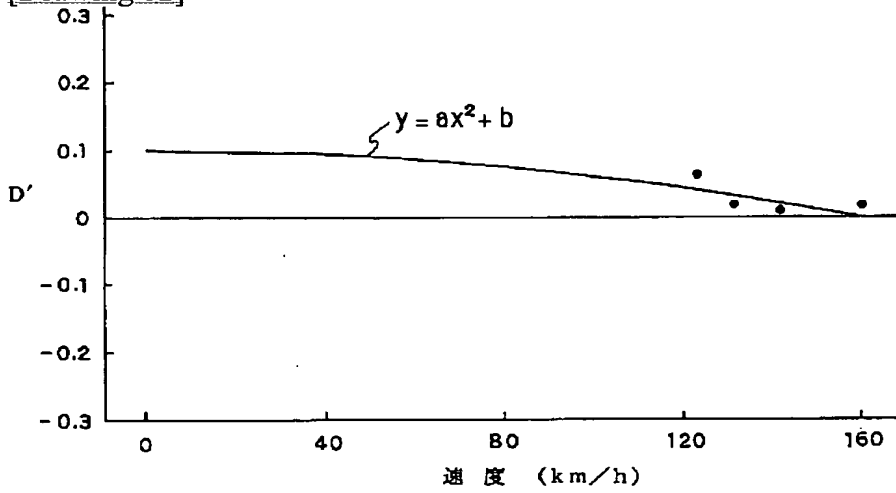
[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Drawing 12]



[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.